HAMEG Instruments

6½-DIGIT PRECISION-MULTIMETER HM8112-3

Handbuch / Manual

Deutsch / English

CE

Hersteller **HAMEG Instruments GmbH**
Manufacturer **Industriestraße 6**
Fabricant **D-63533 Mainhausen**

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG Instruments

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformite du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:
Präzisions-Multimeter
Precision Multimeter
Multimétre de précision

Typ / Type / Type: **HM8112-3**

mit / with / avec: **–**

Optionen / Options / Options: **–**

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité
EN 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)

Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II

Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1 Störaussendung / Radiation / Emission:
Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.

Störfestigkeit / Immunity / Imunitee: Tabelle / table / tableau A1.

EN 61000-3-2/A14 Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique:
Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3 Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.

Datum /Date /Date
01.12.2004

Unterschrift / Signature /Signatur

G. Hübenett
Produktmanager

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung

HAMEG Messgeräte erfüllen die Bestimmungen der EMV Richtlinie. Bei der Konformitätsprüfung werden von HAMEG die gültigen Fachgrund- bzw. Produktnormen zu Grunde gelegt. In Fällen wo unterschiedliche Grenzwerte möglich sind, werden von HAMEG die härteren Prüfbedingungen angewendet. Für die Störaussendung werden die Grenzwerte für den Geschäfts- und Gewerbebereich sowie für Kleinbetriebe angewandt (Klasse 1B). Bezüglich der Störfestigkeit finden die für den Industriebereich geltenden Grenzwerte Anwendung.

Die am Messgerät notwendigerweise angeschlossenen Mess- und Datenleitungen beeinflussen die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte in erheblicher Weise. Die verwendeten Leitungen sind jedoch je nach Anwendungsbereich unterschiedlich. Im praktischen Messbetrieb sind daher in Bezug auf Störaussendung bzw. Störfestigkeit folgende Hinweise und Randbedingungen unbedingt zu beachten:

1. Datenleitungen

Die Verbindung von Messgeräten bzw. ihren Schnittstellen mit externen Geräten (Druckern, Rechnern, etc.) darf nur mit ausreichend abgeschirmten Leitungen erfolgen. Sofern die Bedienungsanleitung nicht eine geringere maximale Leitungslänge vorschreibt, dürfen Datenleitungen zwischen Messgerät und Computer eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden. Ist an einem Geräteinterface der Anschluss mehrerer Schnittstellenkabel möglich, so darf jeweils nur eines angeschlossen sein.

Bei Datenleitungen ist generell auf doppelt abgeschirmtes Verbindungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel sind die von HAMEG beziehbaren doppelt geschirmten Kabel HZ72S bzw. HZ72L geeignet.

2. Signalleitungen

Messleitungen zur Signalübertragung zwischen Messstelle und Messgerät sollten generell so kurz wie möglich gehalten werden. Falls keine geringere Länge vorgeschrieben ist, dürfen Signalleitungen eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden.

Als Signalleitungen sind grundsätzlich abgeschirmte Leitungen (Koaxialkabel/RG58/U) zu verwenden. Für eine korrekte Masseverbindung muss Sorge getragen werden. Bei Signalgeneratoren müssen doppelt abgeschirmte Koaxialkabel (RG223/U, RG214/U) verwendet werden.

3. Auswirkungen auf die Messgeräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Messaufbaues über die angeschlossenen Messkabel zu Einspeisung unerwünschter Signalteile in das Messgerät kommen. Dies führt bei HAMEG Messgeräten nicht zu einer Zerstörung oder Außer-betriebsetzung des Messgerätes.
Geringfügige Abweichungen des Messwertes über die vorgegebenen Spezifikationen hinaus können durch die äußeren Umstände in Einzelfällen jedoch auftreten.

HAMEG Instruments GmbH

Deutsch 3
English 34

6½-Digit Precision-Multimeter HM8112-3 4

Technische Daten 5

Wichtige Hinweise 6
Symbole 6
Auspacken 6
Aufstellen des Gerätes 6
Transport 6
Lagerung 6
Sicherheitshinweise 6
CAT II 7
Bestimmungsgemäßer Betrieb 7
Gewährleistung und Reparatur 7
Wartung 8
Umschalten der Netzspannung 8
Gerätesicherung 8
Netzschalter 8

Bezeichnung der Bedienelemente 9

Messgrundlagen 10
Messbereichsanzeige 10
Overranging (Messbereichsüberschreitung) 10
Messbereichsauflösung 10
Messgenauigkeit 10
Steigungsfehler(Verstärkungsfehler)
des A/D-Wandlers 11
Differentielle Nichtlinearität des A/D-Wandlers 11
Linearitätsfehler (Integrale Nichtlinearität)
des A/D-Wandlers 11
Wandelverfahren 11
Single-Slope (Ein-Rampen-Verfahren) 12
Dual-Slope (Zwei-Rampen-Verfahren) 12
Multi-Slope (Mehr-Rampen-Verfahren) 12
Genauigkeitsangaben 13

Gleichspannungsmessung 14
Eingangswiderstand bei Gleichspannung 14
Serientaktunterdrückung 14
Gleichtaktunterdrückung 14
Thermospannungen 14
Störeinflüsse durch induktive Einstreuungen 15

Widerstandsmessung 15
Zweidraht-Widerstandsmessung 15
Vierdraht-Widerstandsmessung 15
Verlustleistung an den Widerständen 15

Wechselspannungsmessung 16
Wechselspannungsmessung Grundlagen 16
Arithmetischer Mittelwert 16
Gleichrichtwert 16
Effektivwert 16
Formfaktor 17
Crestfaktor 17
Gleich- und Wechselstrom 17

Temperaturmessung 17
Temperaturmessfühler 18
Platin-Temperaturfühler PT100 18
Temperaturmessung mit PT100 / PT1000 18
NiCr-Ni Thermoelement (K-Typ) 18
Referenzstelle 19

Gerätekonzept des HM8112-3 20
Referenz 20
Integrierende AD-Wandler 20
Gleitender Mittelwert 20
Messung der Wechselgrößen 20

Einführung in die Bedienung des HM8112-3 21

Bedienelemente und Anzeigen 21

Menüstruktur 24
Menüsteuerung 24
Menüaufbau und Funktion 27

Mess-Eingänge 28

Fernbedienung 29

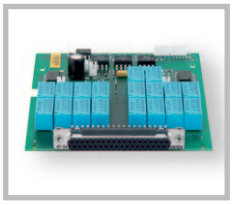
Befehlsliste 30

Datenübertragung 31
Befehlsaufbau 31
Befehlsreferenz 31

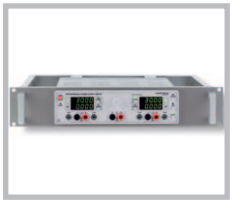
6½-Digit Präzisions-Multimeter HM8112-3

- 6½-stellige Anzeige (1.200.000 Punkte)
- Auflösung 100 nV, 100 pA, 100 µΩ, 0,01 °C/F
- DC-Grundgenauigkeit 0,003 %
- 2-Draht/4-Draht Messung
- Einstellbare Messintervalle von 0,1 Sek. bis 60 Sek.
- Bis zu 100 Messungen pro Sekunde zum PC
- Echte Effektivwertmesssung AC+DC und AC
- Offset-Korrektur
- RS-232 Schnittstelle, optional: USB, IEEE-488
- Optional: Messstellenumschalter (8 Kanäle)

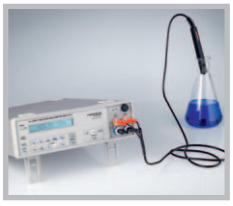
HO112
Messstellenumschalter



HZ42 19" Einbausatz 2HE



Genaue Temperatur-
messung mit Messfühler



RS-232 | optional IEEE-488 | optional USB

6½-Digit Präzisions-Multimeter HM8112-3

bei 23 °C nach einer Aufwärmzeit von 30 Minuten

Gleichspannung

Messbereiche:	0,1 V; 1 V; 10 V; 100 V; 600 V	
Eingangswiderstand		
0,1 V, 1,0 V:	› 1 GΩ	
10 V, 100 V, 600 V:	10 MΩ	
Genauigkeit:	Errechnet aus ± (% angezeigter Wert (rdg.)+ % Messbereich (f.s.))	
	1 Jahr; 23 ± 2° C	**Temp. Koeffizient**
Messbereich	**%rdg. %f.s.**	**10...21° C + 25...40° C**
0,1 V	0,005 0,0006	0,0008
1,0 V	0,003 0,0006	0,0008
10,0 V	0,003 0,0006	0,0008
100,0 V	0,003 0,0006	0,0008
600,0 V	0,004 0,0006	0,0008
Integrationszeit:	0,1 sec	1 bis 60 sec
Anzeigeumfang:	120,000	1.200,000
600 V-Bereich:	60,000	600,000
Auflösung:	1 µV	100 nV
Nullpunkt		
Temperaturdrift:	besser als 0,3 µV/°C	
Langzeitstabilität:	besser als 3 µV über 90 Tage	

Wechselspannung

Messbereiche:	0,1 V; 1 V; 10 V; 100 V; 600 V	
Messmethode:	echter Effektivwert mit DC-Kopplung oder mit AC-Kopplung (nicht im 0,1 V-Bereich)	
Eingangswiderstand im Messbereich:		
0,1 V und 1 V:	1 GΩ II ‹ 60 pF	
10 V bis 600 V:	10 MΩ II ‹ 60 pF	
Einschwingzeit:	1,5 sec bis 0,1% vom Messwert	

Genauigkeit: Für Sinussignal › 5 % f.s.
Errechnet aus ± (% angezeigter Wert (rdg.)+ % Messbereich (f.s.)) ; 23 ± 2° C für 1 Jahr

Range	20 Hz-1 kHz	1-10 kHz	10-50 kHz	50-100 kHz	100-300 kHz
0,1 V	0,1+0,08	5+0,5 (5kHz)			
1,0 V	0,08+0,08	0,15+0,08	0,3+0,1	0,8+0,15	7+0,15
10,0 V	0,08+0,08	0,1+0,08	0,3+0,1	0,8+0,15	4+0,15
100,0 V	0,08+0,08	0,1+0,08	0,3+0,1	0,8+0,15	
600,0 V	0,08+0,08	0,1+0,08			

Temperaturkoeffizient 10...21° C und 25...40° C; (% rdg. + % f.s.)		
bei 20 Hz – 10 kHz:	0,01 + 0,008	
bei 10 kHz – 100 kHz:	0,08 + 0,010	
Crestfaktor:	7:1 (max. 5 x Messbereich)	
Integrationszeit:	0,1 sec	1 to 60 sec
Messbereichende:	120,000 Digit	1.200,000 Digit
600 V range:	600,00 Digit	600,000 Digit
Auflösung:	1 µV	100 nV
Überlastschutz:		
(V/Ω-HI gegen V/Ω-LO) und gegen Gehäuse:		
Messbereiche:	alle	
andauernd	850 V_{spitze} oder 600 V_{DC}	
Max. Eingangsspannung		
Masse gegen Gehäuse:	250 V_{eff} bei max. 60 Hz oder 250 V_{DC}	

Strom

Messbereiche:	100 µA; 1 mA; 10 mA; 100 mA; 1 A		
Integrationszeit:	0,1 sec		1 bis 60 sec
Messbereichende:	120,000 Digit		1.200,000 Digit
1 A Bereich:	100,000 Digit		1.000,000 Digit
Auflösung:	1 nA		100 pA
Genauigkeit:	DC	45 Hz – 1 kHz	1 kHz – 5 kHz
(1 Jahr; 23 ± 2 °C)	0,02 + 0,002	0,1 + 0,08	0,2 + 0,08
Temperaturkoeffizient /°C:	10...21° C		25...40° C
(%rdg. + %f.s.)	0,002+ 0,001		0,01+ 0,01
Bürde:	‹ 600 mV bis 1,5 V		
Einschwingzeit:	1,5 sec bis 0,1% vom Messwert		
Crestfaktor:	7:1 (max 5 x Messbereich)		
Eingangsschutz:	Sicherung, FF 1 A 250 V		

Messbereiche:	100 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ, 10 MΩ	
Integrationszeit:	0,1 sec	1 bis 60 sec
Messbereichende:	120,000 Digit	1.200,000 Digit
Auflösung:	1 mΩ	100 µΩ
Genauigkeit:	Errechnet aus ±(%rdg. + %f.s.)	

	1 Jahr; 23 ± 2° C		**Temp. Koeffizient /° C**	
Messbereich	**%rdg.**	**%f.s.**	**10...21° C**	**25...40° C**
100 Ω	0,005	0,0015	0,0008	0,0008
1 kΩ	0,005	0,001	0,0008	0,0008
10 kΩ	0,005	0,001	0,0008	0,0008
100 kΩ	0,005	0,001	0,0008	0,0008
1 MΩ	0,05	0,002	0,002	0,002
10 MΩ	0,5	0,02	0,01	0,01

Mess-Strom:	**Bereich**	**Strom**
	100 Ω, 1 kΩ	1 mA
	10 kΩ	100 µA
	100 kΩ	10 µA
	1 MΩ	1 µA
	10 MΩ	100 nA
max. Messspannung:	ca. 3 V	
Überlastschutz:	250 V_s	

Temperaturmessung

PT100 / PT1000 (EN60751):	2- und 4-Draht Messung
Messbereich:	–200° C bis + 800° C
Auflösung:	0,01° C; Messstrom 1 mA
Toleranz:	± (0,05° C + Messfühlertoleranz + 0,08 K)
Temperaturkoeffizient	
10...21° C und 25...40° C:	‹ 0,0018° C/° C
NiCr-Ni (K-Typ)	
Messbereich:	–270 °C bis +1372 °C
Auflösung:	0,1 °C
Toleranz:	± (0,7 % rdg. + 0,3 K)
NiCr-Ni (J-Typ)	
Messbereich:	–210° C bis +1200° C
Auflösung:	0,1 °C
Toleranz:	± (0,7 % rdg. + 0,3 K)

Frequenzmessung und Periodendauer

Messbereich:	1 Hz bis 100 kHz
Auflösung:	0,00001 Hz bis 1 Hz
Genauigkeit:	0,05 % (rdg.)
Messzeit:	1 bis 2 sec.

Schnittstelle

Schnittstelle:	RS-232 (serienm.), IEEE-488 oder USB (optional)
Baudrate (RS-232):	9600 oder 19200 Baud
Funktionen:	Steuerung / Datenabfrage
Eingangsdaten:	Messfunktion, Messbereich, Integrationszeit, Startbefehl
Ausgangsdaten:	Messwerte, Messfunktion, Messbereich, Integrationszeit (10 ms bis 60 s)

Verschiedenes

Messpausen Bereichs- oder Funktionswechsel
ca. 125 ms bei Gleichspannung, Gleichsrom, Widerstand
ca. 1 sec. bei Wechselspannung, Wechselstrom

Speicher:	30.000 Messungen/128 kB
Schutzart:	Schutzklasse I (EN 61010)
Netzanschluss:	105-254 V~; 50/60 Hz
Leistungsaufnahme:	ca. 8 W
Betriebsbedingungen:	+10°....+40 °C
Lagertemperatur:	-40° to +70° C
Max. rel. Luftfeuchtigkeit:	‹ 75% (ohne Kondensation)
Gehäuse (B x H x T):	285 x 75 x 365 mm
Gewicht:	ca. 3 kg

Bei 23° C nach einer Aufwärmzeit von 30 Minuten.

Im Lieferumfang enthalten: Netzkabel, Bedienungsanleitung, HZ15 Messleitung, Schnittstellenkabel

Optionales Zubehör:
HZ887 Temperaturmesssonde (PT100 -50° C bis + 400° C); HZ42 19" Einbausatz 2HE; HZ10S/R Silikonumhüllte Messleitung; HO870 USB Schnittstelle; HO880 IEEE-488 Schnittstelle; HO890 RS-232 Schnittstelle; HO112 Messstellenumschalter

HM8112-3D/220107/ce · Änderung vorbehalten · © HAMEG Instruments GmbH · ® Registered Trademark · DQS-zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2000, Reg. Nr.: DE-071040 QM

HAMEG Instruments GmbH · Industriestr. 6 · D-63533 Mainhausen · Tel +49 (0) 6182 800 0 · Fax +49 (0) 6182 800 100 · www.hameg.com · info@hameg.com

A Rohde & Schwarz Company

Wichtige Hinweise

Symbole

(1) (2) (3) (4) (5) (6)

Symbol 1: Achtung - Bedienungsanleitung beachten
Symbol 2: Vorsicht Hochspannung
Symbol 3: Erdanschluss
Symbol 4: Hinweis – unbedingt beachten
Symbol 5: Tipp! – Interessante Info zur Anwendung
Symbol 6: Stop! – Gefahr für das Gerät

Auspacken

Prüfen Sie beim Auspacken den Packungsinhalt auf Vollständigkeit. Entspricht die Netzversorgung den auf dem Gerät angegebenen Werten? Nach dem Auspacken sollte das Gerät auf mechanische Beschädigungen und lose Teile im Innern überprüft werden. Falls ein Transportschaden vorliegt, ist sofort der Lieferant zu informieren. Das Gerät darf dann nicht betrieben werden.

Aufstellen des Gerätes

Das Gerät kann in zwei verschiedenen Positionen aufgestellt werden:

Die vorderen Gerätefüße werden wie in Bild 1 aufgeklappt. Die Gerätefront zeigt dann leicht nach oben. (Neigung etwa 10°)

Bild 1

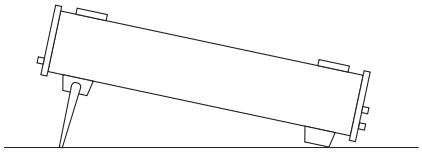


Bild 2

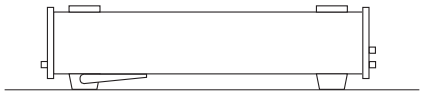
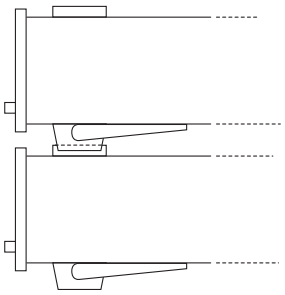


Bild 3



Bleiben die vorderen Gerätefüße eingeklappt, wie in Bild 2, lässt sich das Gerät mit vielen weiteren Geräten von HAMEG sicher stapeln.

Werden mehrere Geräte aufeinander gestellt sitzen die eingeklappten Gerätefüße in den Arretierungen des darunter liegenden Gerätes und sind gegen unbeabsichtigtes Verrutschen gesichert. (Bild 3).

Es sollte darauf geachtet werden, dass nicht mehr als drei bis vier Geräte übereinander gestapelt werden. Ein zu hoher Geräteturm kann instabil werden und auch die Wärmeentwicklung kann bei gleichzeitigem Betrieb aller Geräte, zu groß werden.

Transport

Bewahren Sie bitte den Originalkarton für einen eventuell späteren Transport auf. Transportschäden aufgrund einer mangelhaften Verpackung sind von der Gewährleistung ausgeschlossen.

Lagerung

Die Lagerung des Gerätes muss in trockenen, geschlossenen Räumen erfolgen. Wurde das Gerät bei extremen Temperaturen transportiert, sollte vor dem Einschalten eine Zeit von mindestens 2 Stunden für die Akklimatisierung des Gerätes eingehalten werden.

Sicherheitshinweise

Dieses Gerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte, gebaut, geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Es entspricht damit auch den Bestimmungen der europäischen Norm EN 61010-1 bzw. der internationalen Norm IEC 61010-1. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung enthalten sind. Gehäuse, Chassis und alle Messanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der Schutzklasse I. Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2200V Gleichspannung geprüft.

Das Gerät darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Der Netzstecker muss eingesteckt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden.

Sind Zweifel an der Funktion oder Sicherheit der Netzsteckdosen aufgetreten, so sind die Steckdosen nach DIN VDE0100, Teil 610, zu prüfen.

Das Auftrennen der Schutzkontaktverbindung innerhalb oder außerhalb des Gerätes ist unzulässig!

- Die Netzversorgung entspricht den auf dem Gerät angegebenen Werten
- Das Öffnen des Gerätes darf nur von einer entsprechend ausgebildeten Fachkraft erfolgen.
- Vor dem Öffnen muss das Gerät ausgeschaltet und von allen Stromkreisen getrennt sein.

In folgenden Fällen ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern:

- Sichtbare Beschädigungen am Gerät
- Beschädigungen an der Anschlussleitung
- Beschädigungen am Sicherungshalter
- Lose Teile im Gerät
- Das Gerät arbeitet nicht mehr
- Nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen)
- Schwere Transportbeanspruchung

CAT II

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich lediglich auf die Benutzersicherheit. Andere Gesichtspunkte, wie z.B. die maximal zulässige Eingangsspannung, sind den technischen Daten zu entnehmen und müssen ebenfalls beachtet werden. Es ist auch möglich mit Hilfe geeigneter Wandler (z.B. Stromzangen), welche mindestens die Anforderungen der Schutzklasse der durchzuführenden Messung erfüllen, indirekt am Netz zu messen. Bei der Messung muss die Messkategorie – für die der Hersteller den Wandler spezifiziert hat – beachtet werden.

Messkategorien CAT
Die Messkategorien beziehen sich auf Transienten im Spannungsversorgungsnetz. Transienten sind kurze, sehr schnelle und steile Spannungs- und Stromänderungen. Diese können periodisch und nicht periodisch auftreten. Die Höhe möglicher Transienten nimmt zu, je kürzer die Entfernung zur Quelle der Niederspannungsinstallation ist.

CAT IV Messungen an der Quelle der Niederspannungsinstallation (z.B. an Zählern).

CAT III Messungen in der Gebäudeinstallation (z.B. Verteiler, Leistungsschalter, fest installierte Steckdosen, fest installierte Motoren etc.).

CAT II Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind (z.B. Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge etc.)

CAT I Elektronische Geräte und abgesicherte Stromkreise in Geräten.

Bestimmungsgemäßer Betrieb

Betrieb in folgenden Bereichen: Industrie-, Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe. Die Geräte sind zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Sie dürfen **nicht** bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft, bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden.

Die zulässige Umgebungstemperatur während des Betriebes reicht von +10 °C ... +40 °C. Während der Lagerung oder des Transportes darf die Temperatur zwischen –40 °C und +70 °C betragen. Hat sich während des Transportes oder der Lagerung Kondenswasser gebildet muss das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert und getrocknet werden. Danach ist der Betrieb erlaubt.

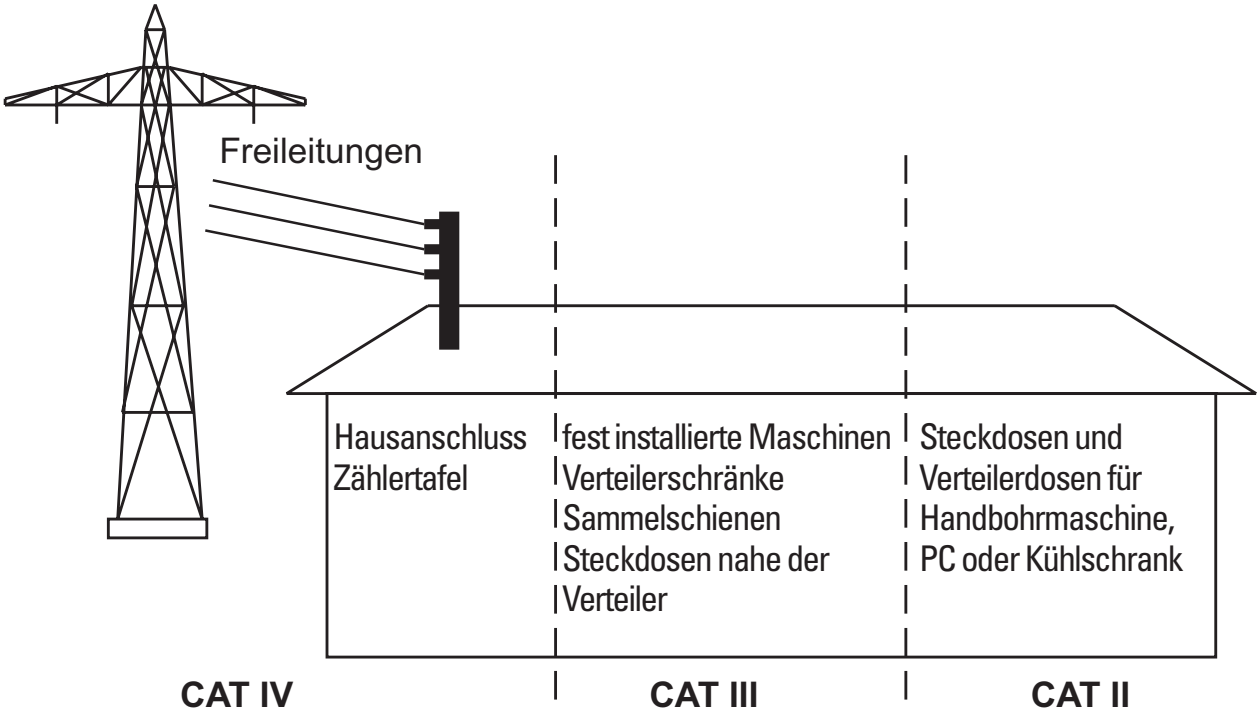
Die Betriebslage ist beliebig. Eine ausreichende Luftzirkulation (Konvektionskühlung) ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel aufgeklappt) zu bevorzugen.

Nenndaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Anwärmzeit von 30 Minuten, bei einer Umgebungstemperatur von 23 °C. Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

Gewährleistung und Reparatur

HAMEG Geräte unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen 10-stündigen „Burn in-Test". Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Anschließend erfolgt ein umfangreicher Funktions- und Qualitätstest, bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden. Die Prüfung erfolgt mit Prüfmitteln, die auf nationale Normale rückführbar kalibriert sind.

Es gelten die gesetzlichen Gewährleistungsbestimmungen des Landes, in dem das HAMEG-Produkt erworben wurde. Bei Beanstandungen wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie das HAMEG-Produkt erworben haben.



Nur für die Bundesrepublik Deutschland:
Um den Ablauf zu beschleunigen, können Kunden innerhalb der Bundesrepublik Deutschland die Reparaturen auch direkt mit HAMEG abwickeln. Auch nach Ablauf der Gewährleistungsfrist steht Ihnen der HAMEG Kundenservice für Reparaturen zur Verfügung.

Return Material Authorization (RMA):
Bevor Sie ein Gerät an uns zurücksenden, fordern Sie bitte in jedem Fall per Internet: http://www.hameg.de oder Fax eine RMA-Nummer an. Sollte Ihnen keine geeignete Verpackung zur Verfügung stehen, so können Sie einen leeren Originalkarton über den HAMEG-Vertrieb (Tel: +49 (0) 6182 800 300, E-Mail: vertrieb@hameg.de) bestellen.

Wartung

Das Gerät benötigt bei einer ordnungsgemäßen Verwendung keine besondere Wartung. Sollte das Gerät durch den täglichen Gebrauch verschmutzt sein, genügt die Reinigung mit einem feuchten Tuch. Bei hartnäckigem Schmutz verwenden Sie ein mildes Reinigungsmittel (Wasser und 1% Entspannungsmittel). Bei fettigem Schmutz kann Brennspiritus oder Waschbenzin (Petro-leumäther) benutzt werden. Displays oder Sichtscheiben dürfen nur mit einem feuchten Tuch gereinigt werden.

Verwenden Sie keinen Alkohol, Lösungs- oder Scheuermittel. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

Umschalten der Netzspannung

Vor Inbetriebnahme des Gerätes prüfen Sie bitte, ob die verfügbare Netzspannung (115V oder 230V) dem auf dem Netzspannungswahlschalter ㉚ des Gerätes angegebenen Wert entspricht. Ist dies nicht der Fall, muss die Netzspannung umgeschaltet werden. Der Netzspannungswahlschalter ㉚ befindet sich auf der Geräterückseite.

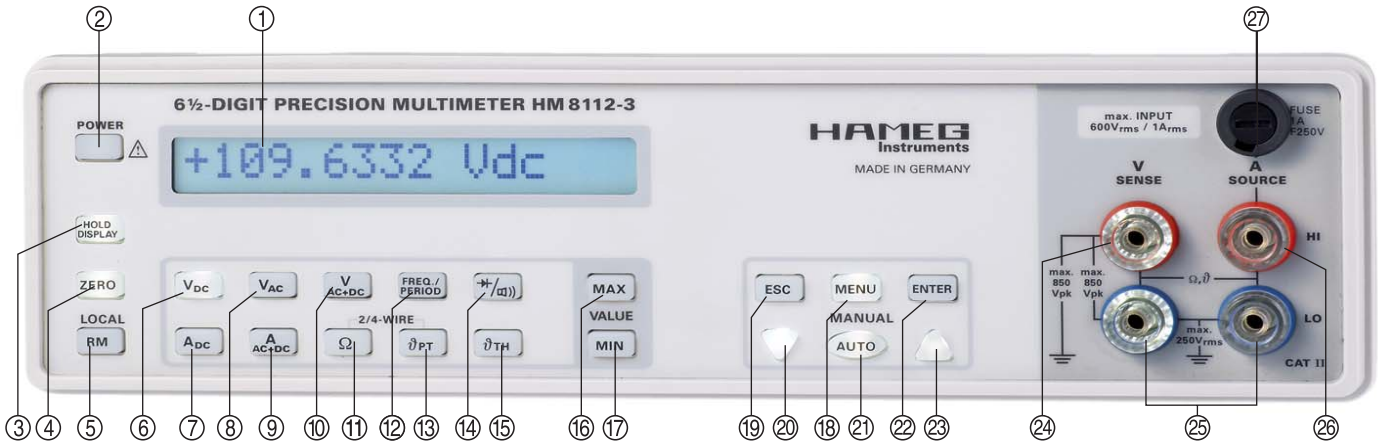
Gerätesicherung

Das Gerät hat zwei Netzsicherungen: T0,2A intern. Sollte einer dieser Sicherungen ausfallen liegt ein Reparaturfall vor. Aus Auswechseln der Sicherungen durch den Kunden ist nicht vorgesehen.

Netzschalter

Normalerweise ist der Netzschalter ㉘ auf der Geräterückseite eingeschaltet, sodass die hochwertige Referenz ständig verfügbar ist. Mit der „Stand-by Taste" ② auf der Vorderseite des Gerätes werden nur das Bedienteil und die Anzeige ausgeschaltet. Das eigentliche Messgerät bleibt – solange es mit dem Stromversorgungsnetz verbunden ist – eingeschaltet. Dies hat den Vorteil, dass das Gerät nach dem Einschalten aus der Standby-Funktion sofort betriebsbereit ist. Auch die Referenz wird geschont, da das Ein/Ausschalten entfällt. Soll das Gerät komplett ausgeschaltet werden, muss der Netzschalter ㉘ auf der Rückseite des Gerätes betätigt werden.

Bleibt das Gerät für längere Zeit unbeaufsichtigt, muss das Gerät aus Sicherheitsgründen am Netzschalter ausgeschaltet werden.



Bezeichnung der Bedienelemente

① **DISPLAY** – 16-stelliges Display

② **POWER** – Stand-By / EIN

③ **HOLD DISPLAY** – angezeigter Wert im Diplay speichern

④ **ZERO** – Nullabgleich der Messstrecke

⑤ **RM/LOCAL-Taste** –
Fernbedienung über Interface ausschalten

⑥ V_{DC} – Gleichspannungs-Messung

⑦ A_{DC} – Gleichstrom-Messung

⑧ V_{AC} – Wechselspannungs-Messung mit AC-Kopplung

⑨ A_{AC} – Wechselstrom-Messung

⑩ V_{AC+DC} – Wechselspannungs-Messung mit DC-Kopplung

⑪ Ω – Widerstandsmessung, 2- und 4-Draht

⑫ **FREQ./PERIOD** – Frequenz und Periodendauer mit V_{AC}

⑬ ϑPT - Temperaturmessung mit PT-Messfühler,
2- und 4-Draht

⑭ →|/◁)) - Dioden- / Durchgangsprüfung

⑮ ϑTH – Temperaturmessung mit Thermoelement, 2-Draht

⑯ **MAX** – maximaler Messwert während einer Messreihe

⑰ **MIN** – minimaler Messwert während einer Messreihe

⑱ **MENU** – Auswahl Menüsystem, Übernahme von Menüpunkt / Parameter

⑲ **ESC** – Verlassen des Menüsystems ohne Werte zu übernehmen

⑳ ▽ – Abwärts: Messbereichstaste und Scrollfunktion im Menü

㉑ **AUTO** – Umschalten manuelle / automatische Messbereichswahl

㉒ **ENTER** –Sonderfunktion: Auswahl der Parameter im Logger-Menü

㉓ △ – Aufwärts: Messbereichstaste und Scrollfunktion im Menü

㉔ **V SENSE** – Eingang für Spannungs-, Frequenz-, Widerstands-, Temperaturmessung

㉕ **LO** – Bezugsmasse für Messung

㉖ **A SOURCE** – Eingang für Strommessung

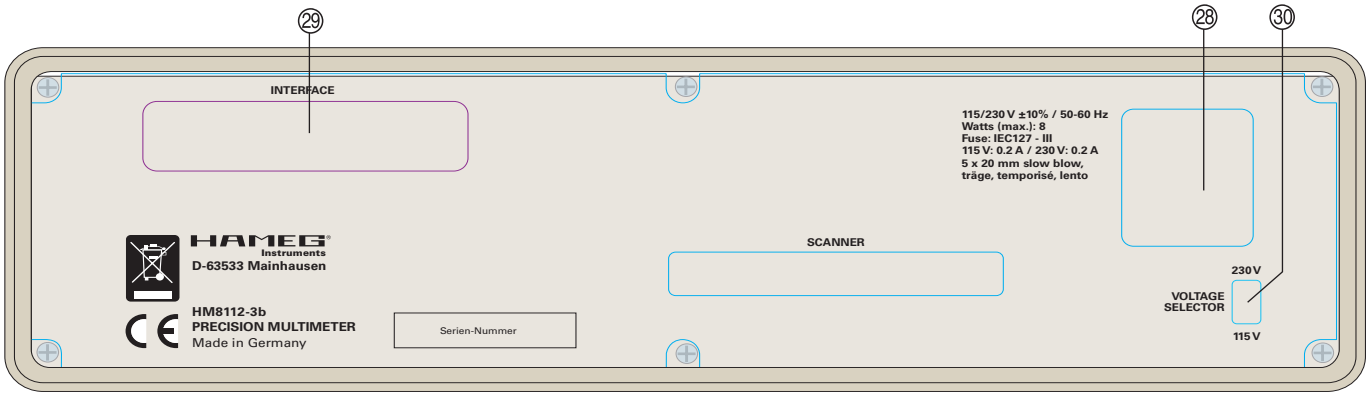
㉗ **FUSE** – Messkreissicherung 1 A / 250 V (superflink)

Geräterückseite

㉘ **Kaltgeräteeinbaustecker** mit Netzschalter

㉙ **RS-232 Schnittstelle** (Option: USB, IEEE-488)

㉚ **Netzspannungswahlschalter** (115 V bzw. 230 V)



Messgrundlagen

Messen bedeutet:
Der reproduzierbare Vergleich einer unbekannten Größe mit einer bekannten Bezugsgröße und die Darstellung als Vielfaches der Einheit der Bezugsgröße.

Messbereichsanzeige

Es gibt unterschiedliche Arten die Anzeige eines Multimeters zu beschreiben. Am einfachsten ist die Angabe der möglichen Messpunkte. Der Anzeigeumfang eines Digitalmultimeters, kurz DMM, gibt somit an wie viele Anzeigeschritte das DMM darstellen kann. Die Definition des Anzeigebereiches lässt sich am besten anhand von Beispielen erklären.

Zur Erklärung dienen ein 6-stelliges, ein 6½-stelliges und ein 6¾-stelliges DMM.

	6-stelliges DMM	6½-stelliges DMM	6¾-stelliges DMM
Anzeigeumfang:	0 0 0 0 0 0	**0** 0 0 0 0 0 0	**0** 0 0 0 0 0 0
	bis	bis	bis
	9 9 9 9 9 9	**1** 9 9 9 9 9 9	**3** 9 9 9 9 9 9
Messpunkte:	1.0 0 0.0 0 0 Digit	2.0 0 0.0 0 0 Digit	4.0 0 0.0 0 0 Digit

Die 6 gibt an wie viele Ziffern im Display immer angezeigt werden. Der Bruch ½ bzw. ¾ gibt an, bei welcher Ziffer an der ersten Stelle des Displays eine Umschaltung in den nächsten Messbereich erfolgt (Dekadenwechsel). Diese Umschaltung in den nächst größeren Messbereich ist mit der Einbuße einer Stelle in der Anzeige verbunden. Die Auflösung reduziert sich somit um eine Stelle.

Nachfolgend ein Beispiel zur Umschaltung der Stellenzahl in der Anzeige wenn in den nächsten Messbereich gewechselt wird.

Messwert 1:	1 0 V	1 0 V	1 0 V
Anzeige 1:	1 0,0 0 0	1 0,0 0 0 0 0	1 0,0 0 0 0 0
Messwert 2:	2 0 V	2 0 V	2 0 V
Anzeige 2:	2 0,0 0 0	2 0,0 0 0 0	2 0,0 0 0 0 0
		Dekadenwechsel	
Messwert 3:	3 9,9 9 9 9 9 V	3 9,9 9 9 9 9 V	3 9,9 9 9 9 9 V
Anzeige 3:	3 9,9 9 9	3 9,9 9 9 9	3 9,9 9 9 9 9
Messwert 4:	4 0 V	4 0V	4 0 V
Anzeige 4:	4 0,0 0 0	4 0,0 0 0 0	4 0,0 0 0 0
			Dekadenwechsel

Overranging (Messbereichsüberschreitung)

Im vorherigen Beispiel hat unser 6½-stelliges DMM einen Anzeigeumfang von 2.000.000 Digit. Der Dekadensprung erfolgte an der ersten Stelle im Display beim Übergang von der Ziffer 1 zur Ziffer 2. Ein anderes 6½-stelliges DMM hat einen Anzeigeumfang von 1.250.001 Digit. Hier erfolgt der Dekadensprung ebenfalls an der ersten Stelle im Display, aber beim Übergang der dritten Stelle im Display von der Ziffer 5 zur Ziffer 6.

	6½-stelliges DMM1	6½-stelliges DMM2
Anzeigeumfang:	**0** 0 0 0 0 0 0	**0** 0 0 0 0 0 0
	bis	bis
	1 9 9 9 9 9 9	**1** 2 5 0 0 0 0
Messpunkte:	2.0 0 0.0 0 0 Digit	1.2 5 0 0 0 1 Digit
Messwert 1:	1 0 V	1 0 V
Anzeige 1:	**1** 0,0 0 0 0 0	1 0,0 0 0 0 0
Messwert 2:	1 2,5 0 0 0 0 V	1 2,5 0 0 0 0 V
Anzeige 2:	1 2,5 0 0 0 0	**1** 2,5 0 0 0 0
Messwert 3:	1 2,6 0 0 0 0 V	**1** 2,6 0 0 0 0 V
Anzeige 3:	1 2,6 0 0 0 0	**1** 2,6 0 0 0
		Dekadenwechsel

Das DMM1 mit 2.000.000 Digit kann bis 1 999 999 anzeigen, das DMM2 mit 1.250.001 Digit kann jedoch nur Werte bis 1 250 000 anzeigen. Das DMM1 wird mit einem Overrange von 100% angegeben. Dagegen hat das DMM2 ein Overrange von 25%. Würde bei DMM2 die Anzahl der Messpunkte 1.400.000 Digit betragen, hätte das Gerät einen Overange von 40%.

Der Messbereich eines DMM ergibt sich aus dem Messbereichsendwert minus Overrange.

Beispiel: 6½-stelliges DMM mit 1.2 5 0.0 0 1 Digit

Messbereichsendwert:	12,50000 V
– Overrange:	2,50000 V
Messbereich:	10,00000 V

Messbereichsauflösung

Die Auflösung eines digitalen Messgerätes entspricht dem Wert der letzten Stelle der Anzeige. Der digital erfasste Messwert wird somit quantisiert dargestellt. Im Gegensatz dazu ist die Auflösung eines analogen Messgerätes durch den kleinsten vom Betrachter erkennbaren Ausschlag vorgegeben. Bei der analogen Messung wird zu jedem Messwert eindeutig eine Messwertanzeige zugeordnet.

Die Auflösung eines DMM ergibt sich aus der Anzahl der Digit. Dazu wird der Kehrwert der Digit ohne Messbereichsüberschreitung gebildet.

Beispiel: 6½-stelliges DMM mit 1.2 0 0.0 0 0 Digit

Der Overrangebereich beträgt 200.000 Digit, somit ergibt sich für die Auflösung:

$$\frac{1}{1.200.000 - 200.000} = 0{,}000001$$

dies entspricht 0,0001% vom Messbereich

Ein DMM hat im 100 V-Bereich eine Auflösung von 0,1 V. Wird nun eine Spannung von 100,05 V gemessen, kann das DMM unter Vernachlässigung der restlichen möglichen Messabweichungen, entweder 100,0 V oder 100,1 V anzeigen. Bedingt durch die Auflösung kann das DMM niemals genauer als mit einer Abweichung von 0,1% messen.

Messgenauigkeit

Die Messgenauigkeit eines digitalen Messgerätes wird von vorneherein durch die Auflösung des Messgerätes begrenzt. Die theoretisch maximale Genauigkeit der Messung und auch die letzte sinnvolle Stelle der Anzeige ist bestimmt durch den kleinsten Quantisierungsschritt (LSB = lowest significant Bit) des analog/digital-Wandlers (A/D-Wandler).

Die Messgenauigkeit eines digitalen Multimeters wird durch folgende Faktoren beeinflusst:
- Bauteiltoleranzen und Temperaturabhängigkeit der Bauteile und Verstärker
- Stabilität der Referenzspannung des DMM
- Eigenschaften des A/D-Wandlers

Offsetfehler des A/D-Wandlers
Der Eingangsverstärker des DMM ist nicht richtig abgeglichen und besitzt einen Offset. Dieser Offset führt bei der A/D-Wandlung zum Offsetfehler (Abb. 1).

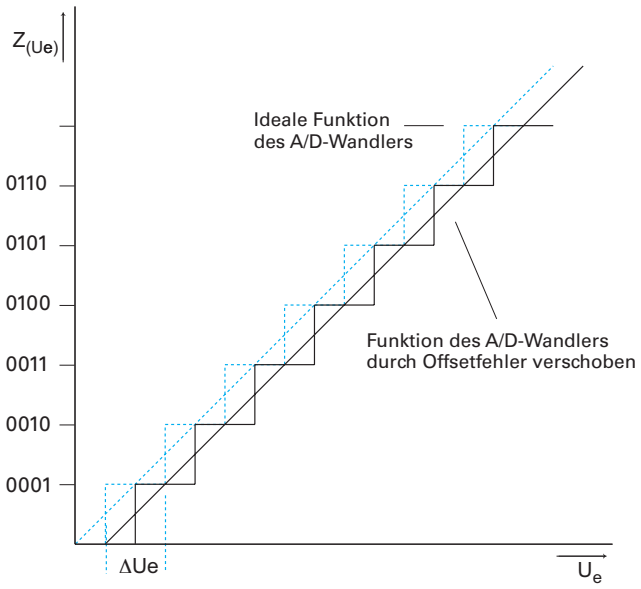


Abb. 1: A/D-Wandler Offsetfehler

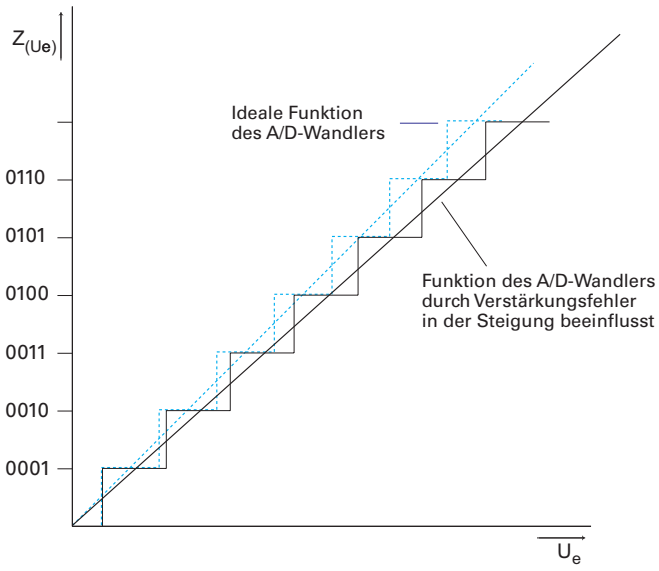


Abb. 2: A/D-Wandler Verstärkungsfehler

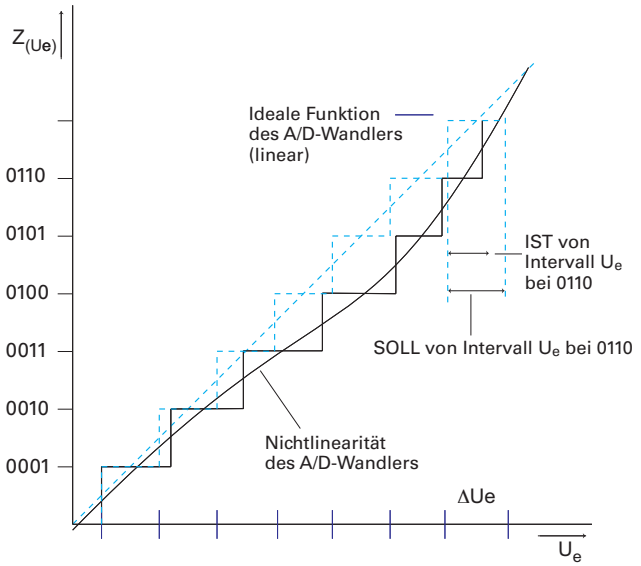


Abb. 3: A/D-Wandler differentielle Nichtlinearität

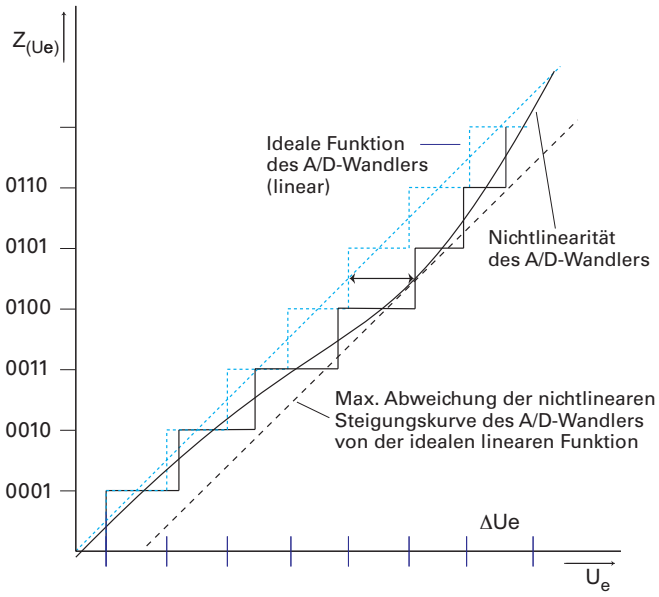


Abb. 4: A/D-Wandler integrale Nichtlinearität

Steigungsfehler (Verstärkungsfehler) des A/D-Wandlers

Der Eingangsverstärker ändert mit der Temperatur sein Verstärkungsverhalten oder der Verstärkungsabgleich wurde nicht gewissenhaft durchgeführt. Somit weicht die Steigung der Funktion vom idealen Wert ab (Abb. 2).

Differentielle Nichtlinearität des A/D-Wandlers

Die Quantisierungsschritte eines A/D-Wandlers sind nicht alle gleich groß und weichen von dem idealen theoretischen Wert ab. Die differentielle Nichtlinearität gibt an, um wie viel sich jeder wirkliche (IST) Spannungsintervall, bei der Umsetzung der analogen Spannung Ue, von dem idealen Spannungs-intervall (SOLL) ΔUe unterscheidet (Abb. 3).

Differentieller Linearitätsfehler = k x ΔUe;
k= Faktor beschreibt Verhältnis ΔUe (IST) zu ΔUe (SOLL)

Linearitätsfehler (Integrale Nichtlinearität) des A/D-Wandlers

Aufgrund der einzelnen differentiellen Linearitätsfehler und deren Summierung ergibt sich ein maximaler Fehler zwischen der idealen Umsetzungsfunktion und der wirklichen Um-setzungsfunktion. Der Linearitätsfehler gibt den größten Wert des Abstandes zwischen den beiden Funktionen an (Abb. 4).

Wandelverfahren

Nachfolgend werden das Single Slope, Dual Slope und das Multi Slope Verfahren beschrieben. Diese Sägezahn A/D-Umsetzer beruhen auf einem gemeinsamen Prinzip. Die Umsetzung der Eingangsspannung in eine dazu proportionale Zeit.

Single-Slope (Ein-Rampen-Verfahren)

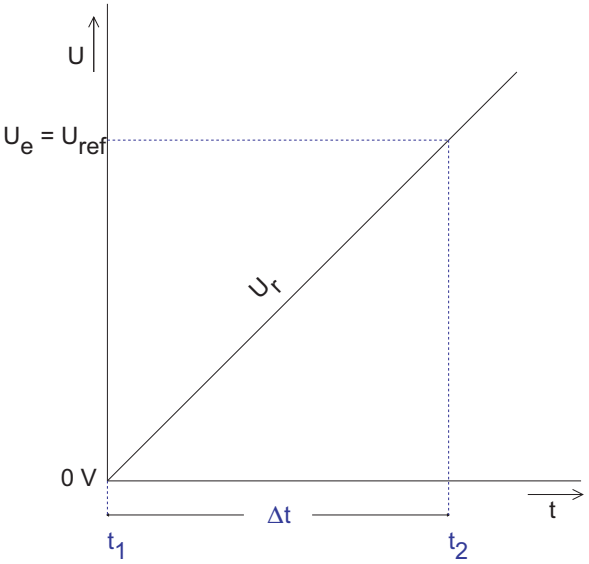


Abb. 5: Single-Slope

Das einfachste Verfahren ist das Single Slope Verfahren. Dabei wird die Referenzspannung U_{ref} integriert. Es ergibt sich eine vom negativen ins positive ansteigende Rampenspannung U_r. Mit zwei Komparatoren wird nun das Eingangssignal U_e mit 0V und mit U_r verglichen. Beginnt die Rampenspannung U_r bei t_1 mit 0V, wird ein Zähler gestartet. Erfüllt die Rampenspannung die Bedingung $U_{r(t2)} = U_e$, wird der Zähler wieder gestoppt. Die Anzahl der gezählten Impulse ist proportional zu der gemessenen Eingangsspannung U_e. Ein großer Nachteil ist die Genauigkeit dieses Verfahrens. Es ist direkt von R und C des Integrators abhängig.

Dual-Slope (Zwei-Rampen-Verfahren)

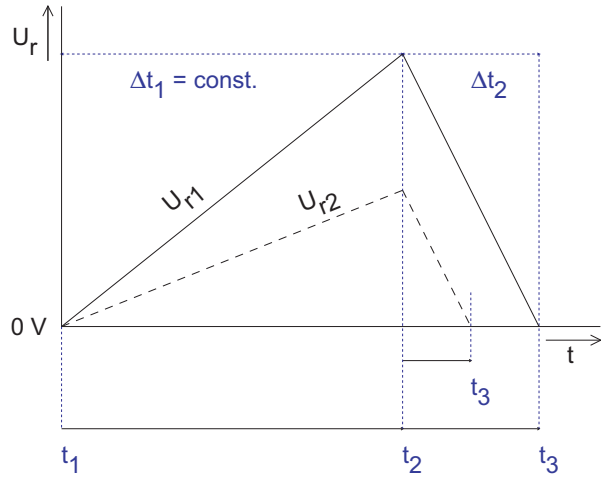


Abb. 6: Dual-Slope Prinzip

Beim Dual-Slope-Verfahren gibt es keine direkte Abhängigkeit vom RC-Glied des Integrators. Zu Beginn der Messung startet ein Zähler beim Zeitpunkt t_1. Für die konstante Zeitspanne Δt_1 wird die Eingangsspannung U_e mit dem Integrator aufintegriert. Hat der Zähler seinen Maximalwert erreicht, ist die Zeitspanne Δt_1 vorbei und die Eingangsspannung U_e wird vom Integrator getrennt. Die Referenzspannung U_{ref} wird nun mit entgegengesetzter Polarität an den Integrator geschaltet. Der Zähler beginnt beim Zeitpunkt t_2 erneut zu zählen. Die Rampenspannung U_r ändert ihre Steigung und strebt Richtung Null-Linie. Der Zähler erfasst jetzt die Zeit bis zum Nulldurchgang der Rampenspannung U_r. Beim Zeitpunkt t_3 beträgt die Rampenspannung U_r = 0V und der Zähler stoppt. Die Größe der Zeit $\Delta t_2 = t_3 - t_2$ ist direkt proportional zur Eingangsspannung. Wird eine große Eingangsspannung an den Integrator angelegt, wird nach Ablauf der Integrationszeit Δt_1 eine höhere Rampenspannung U_{r1} erreicht als beim Anlegen einer kleinen Eingangsspannung. Eine kleine Eingangsspannung ergibt eine Rampe mit kleinerer Steigung und geringerer Rampenspannung (siehe U_{r2}). Weil die zum Zeitpunkt t_2 an den Integrator angeschlossene Referenzspannung U_{ref} konstant ist, dauert es unterschiedlich lange, bis die Kapazität des Integrators entladen ist. Es dauert länger, die höhere Rampenspannung U_{r1} zu entladen als die kleinere Rampenspannung U_{r2}. Aus dieser unterschiedlichen Entladezeit $\Delta t_2 = t_3 - t_2$ und der konstanten Referenzspannung lässt sich die zu messende Eingangsspannung U_e bestimmen.

Vorteile:
Die Genauigkeit der Messung ist jetzt nicht mehr von der Genauigkeit des RC-Gliedes des Integrators abhängig. Nur während der Zeitspanne $\Delta t_1 + \Delta t_2$ müssen die Werte von R und C konstant sein. Ändern sich die Werte von R und C langfristig, ändert sich auch die Steigung der Rampenspannung.

Wird die Steigung der Rampe beim Aufintegrieren der Eingangsspannung größer, ergibt sich zum Zeitpunkt t_2 ein höherer Spannungswert für U_r. Die größere Steigung wirkt aber auch beim Integrieren der Referenzspannung, so dass die Kapazität des Integrators schneller entladen wird.
Der Nulldurchgang wird trotz der höheren Spannung $U_{r(t2)}$ schneller erreicht. Die abfallende Rampe schneidet die Nulllinie wieder bei t_3.

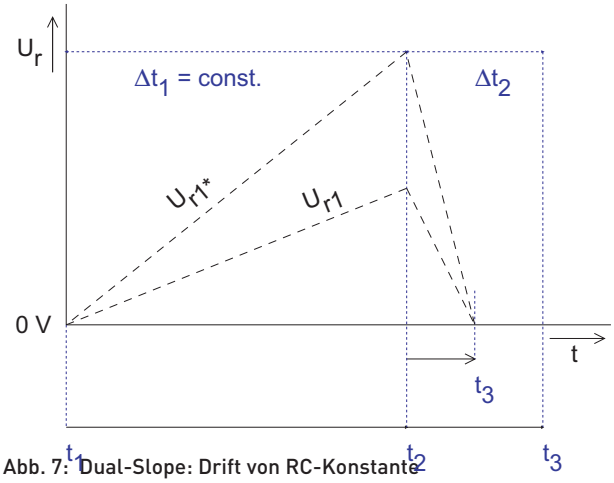


Abb. 7: Dual-Slope: Drift von RC-Konstante

Da nicht der Momentanwert der Messung, sondern der Mittelwert über die Zeit Δt_1 für das Messergebnis relevant ist, werden Wechselspannungen hoher Frequenz gedämpft. Besitzt die Wechselspannung eine Frequenz mit ganzzahligem Vielfachen von $1/\Delta t_1$, wird diese vollständig unterdrückt. Wird Δt_1 gleich der Periodendauer oder einem ganzzahligen Vielfachen der Netzfrequenz gewählt, werden Netzbrummspan-nungen unterdrückt.

Multi-Slope (Mehr-Rampen-Verfahren)

Das Multi-Slope-Verfahren baut auf dem Dual-Slope-Verfahren auf. Es wird aus mehreren Messungen nach dem Dual-Slope-Verfahren rechnerisch der Mittelwert gebildet. Dieser errechnete Wert wird dann angezeigt. Die Anzahl der einzelnen Werte zur Mittelwertbildung ist entscheidend, wie stark Störungen unterdrückt werden. Da kontinuierlich über die Eingangsspannung aufintegriert und anschließend die Referenzspannung abintegriert wird, sind drei weitere Schritte notwendig. Die

einzelnen Schritte zur Wandlung eines einzelnen Messwertes werden nachfolgend beschrieben. Zur Mittelwertbildung ist eine Anzahl mehrerer Messwerte erforderlich.

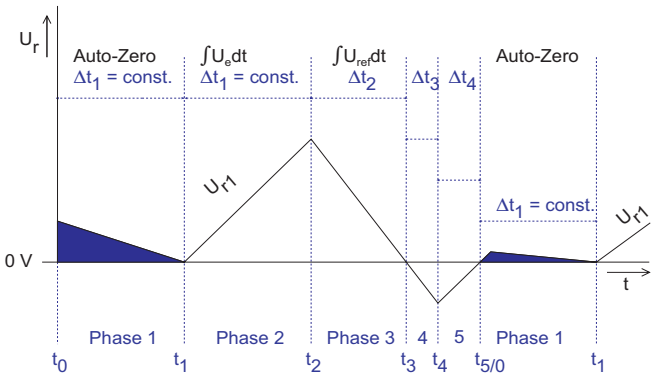


Abb. 8: Multi-Slope

Phase 1: Auto-Zero - konstante Zeitspanne Δt_1
Die Dauer des Auto-Zero ist im allgemeinen genau so lange wie die Integrationszeit der zu messenden Spannung U_e. Damit wird sichergestellt, dass alle zu erwartenden Fehler erfasst werden. Die durch Offsetspannungen der Komparatoren und des Integrators erzeugten Fehler werden durch einen gezielten Offset (meist separat geladenes C) kompensiert.

Phase 2: Integration der zu messenden Spannung U_e
konstante Zeitspanne Δt_1

Phase 3: Integration der Referenzspannung U_{ref}
Δt_2 ist abhängig von der Höhe der Rampenspannung U_r zum Zeitpunkt t_2. Die Dauer dieser Zeitspanne muss sehr genau gemessen werden, da daraus die gemessene Eingangsspannung U_e bestimmt wird.

Phase 4: Überschwingen Δt_3
Aufgrund von Verzögerungen im Integrator und in der Ansteuerung (z.B. µController) kommt es zum Überschwingen. Die Kapazität C des Integrators lädt sich entgegengesetzt auf. Diese Ladung wird in Phase 5 beseitigt.

Phase 5: Integrator Output Zero Δt_4
Die durch das Überschwingen des Integrators entstandene Ladung im C wird entladen.

Genauigkeitsangaben

Die Genauigkeitsangaben bei Multimetern bestehen aus verschiedenen Größen.

Die Messabweichung wird angegeben als:
± (xx % vom angezeigten Messwert + xx % vom Messbereich) bei einer Temperatur xx °C ± xx % ; über einen Zeitraum von (xx Stunden, xx Tage, xx Jahren)

Beispiel: Messbereich 10 V;
± (0,004% rdg + 0,001% f.s.) über 24 h bei 23 ±1 °C

Der Temperaturkoeffizient (TK) gibt die Abweichung pro °C über einen definierten Temperaturbereich an.

Beispiel: Messbereich 10V;
± (0,001% rdg /°C) im Temperaturbereich (10 ... 21°C).

Die Langzeitstabilität (long term stability) gibt die nicht reversible Abweichung (Drift) des Gerätes über einen bestimmten Zeitraum an. Als gebräuchliche Intervalle werden verwendet: 30 Tage, 90 Tage, 6 Monate, 1 Jahr, 2 Jahre.
Beispiel: Langzeitstabilität besser als 3 µV über 90 Tage bei 23 ±2 °C

Die Kurzzeitstabilität (short term stability) zeigt an in wieweit ein Messgerät für vergleichende Messungen mit anderen Messgeräten geeignet ist. Dies gilt für einen kurzen Zeitraum in einem eingeengten Temperaturbereich.
Beispiel: Kurzzeitstabilität besser als 0,02 µV innerhalb 24 Std. bei 23 ±1 °C

Gesucht: Die mögliche Gesamtabweichung bei 16 °C Umgebungstemperatur im Messbereich 10 V, innerhalb einer Zeit von 14 Std. Der angezeigte Messwert beträgt 6,000000 V ?

Berechnung:

± (0,004% von 6,0 V + 0,001% von 10 V) über 24 h bei 23 ±1 °C	ergibt 0,00034 V
± (0,001% von 6,0 V / °C) x ΔT im Temperaturbereich (10 ... 21 °C) mit ΔT = (23-1 °C) – 16 °C = 6 °C	ergibt 0,00036 V
Die mögliche Gesamtabweichung errechnet sich aus der Summe und	beträgt 0,00070 V

Gleichspannungsmessung

Eingangswiderstand bei Gleichspannung

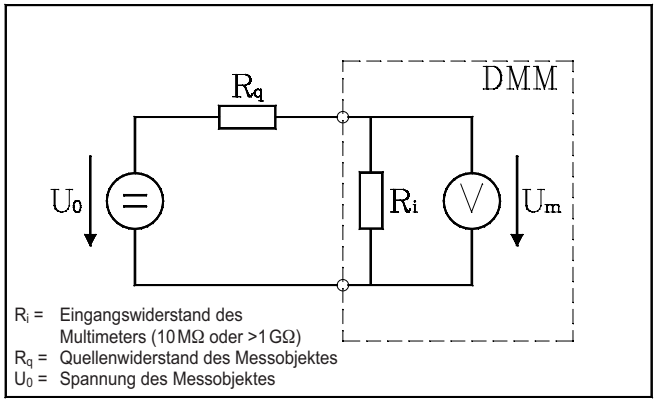
Um die hohe Linearität des Messverfahrens auszunutzen, ist der Eingangswiderstand für Spannungsmessungen bis 1 V sehr hochohmig gewählt (>1 GΩ). In diesem Bereich erlaubt das Gerät noch genaue Messungen mit maximal 1 ppm Lastfehler an Messobjekten mit 1 kΩ Innenwiderstand.

Im 10 V-, 100 V- und 1.000 V-Bereich verursachen beispielsweise 100 Ohm Innenwiderstand des Messobjektes bei 100.000 Auflösung schon den entsprechenden Fehler von einem Ziffernschritt.

Die Werte des Eingangswiderstandes in den einzelnen Messbereichen und der max. Anzeigeumfang sind in der folgenden Tabelle angegeben, max. Anzeigeumfang bei 1 sec oder 10 sec Integrationszeit:

Bereich	maximaler Anzeige-umfang	Eingangs widerstand	maximale Auflösung
100 mV	1 200 000	1 GΩ	100 nV
1 V	1 200 000	1 GΩ	1 µV
10 V	1 200 000	10 MΩ	10 µV
100 V	1 200 000	10 MΩ	100 µV
600 V	600 000	10 MΩ	1 mV

Den Einfluss des Quellenwiderstandes veranschaulicht die folgende Abbildung.



Der Fehler in % für eine Messung ergibt sich dann wie folgt:

$$\text{Fehler (\%)} = \frac{100 \times R_q}{R_q + R_i}$$

Beispiel:
Ri ≥1 GΩ; Rq = 10 kΩ, Messfehler = 0,001% (10 ppm)

Der in der Messtechnik oft verwendete Fehler in ppm (parts per million) ergibt sich aus Fehler (%) x 10 000.

Serientaktunterdrückung

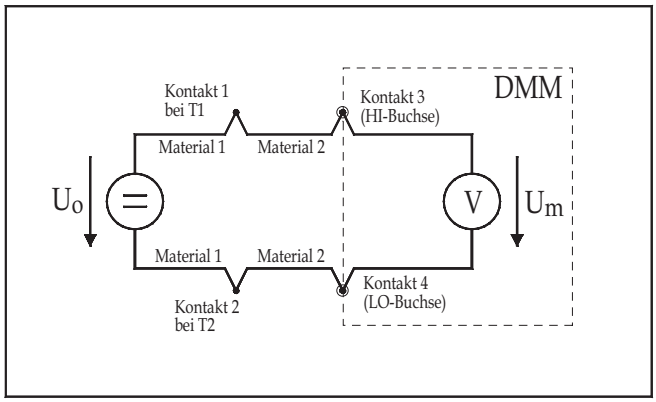
Einer der Hauptvorteile eines integrierenden Messverfahrens liegt in der hohen Unterdrückung von Serien-Wechselspannungsanteilen (z.B. Netzeinstreuungen), die der eigentlichen Signalspannung überlagert sind. Für Frequenzen, bei denen die Messzeit ein ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer bildet, ergibt sich theoretisch eine unendlich hohe Störunterdrückung. Wegen des vollintegrierenden Messverfahrens heben sich so die positiven und negativen Halbwellen des Netzbrummens auf. Die Netzeinstreuungen können somit fast vollständig unterdrückt werden. Das Multifunktionsmeter HM8112-3 erreicht eine Serientaktunterdrückung von >100 dB bei Netzfrequenzen von 50/60 Hz ± 5%.

Gleichtaktunterdrückung

Als Gleichtaktunterdrückung bezeichnet man die Fähigkeit eines Messgerätes, nur das gewünschte Differenzsignal zwischen „HI"- und „LO"- Eingang anzuzeigen, eine für beide Klemmen gleiche Spannung gegen Erde dagegen möglichst zu unterdrücken. In einem idealen System würde kein Fehler entstehen. In der Praxis wandeln Streukapazitäten, Isolationswiderstände und ohmsche Unsymmetrien einen Teil der Gleichtaktspannung in eine Serienspannung um.

Thermospannungen

Eine der häufigsten Fehlerursachen bei Gleichspannungsmessungen im Kleinsignalbereich sind die thermoelektrisch hervorgerufenen Spannungen. Sie entstehen an Kontaktübergangsstellen von unterschiedlichen Metallen, die sich auf gleichem oder verschiedenem Temperaturniveau befinden.
Die Skizze veranschaulicht die möglichen Thermospannungsquellen in einem Messkreis, die an einer externen Verbindungsstelle (Kontakt 1/2), aber auch in den Buchsen des Messgerätes vorhanden sein können.
Deshalb ist immer darauf zu achten, die Verbindungen stets mit gleichem Material auszuführen oder zumindest Materialien zu verwenden, die, wenn sie miteinander verbunden werden, nur sehr kleine Thermospannungen erzeugen.



Die untenstehende Tabelle zeigt die unterschiedlichen Thermospannungen für diverse Materialkombinationen.

Kontaktmaterialien	ca. Thermospannung
Cu - Cu	<0,3 µV/°C
Cu - Ag (Silber)	0,4 µV/°C
Cu - Au (Gold)	0,4 µV/°C
Cu - Sn (Zinn)	2-4 µV/°C; je nach Zusammensetzung

Besteht beispielsweise Material 1 aus einer Silberzuleitung und Material 2 aus einem Kupferkabel, so ergibt sich bei einem Temperaturunterschied von nur 1 °C zwischen den Kontakten 1 und 2 bereits eine Thermospannung von 400 nV. Dies würde im kleinsten Spannungsbereich bei einer 7½-stelliger Auflösung (10 nV Empfindlichkeit) einen Fehler von ±40 Digit ergeben. Bei 6½-stelliger Auflösung einen Fehler von ±4 Digit. Beim HM8112-3 mit 6½-stelliger Auflösung läge der Einfluss der Thermospannung im letzten Digit.

Störeinflüsse durch induktive Einstreuungen

Befinden sich die Messleitungen in der Nähe von sich zeitlich ändernden Magnetfeldern, so wird in den Leitungen eine Störspannung induziert, die in Serie zur Messspannung liegt. So ein Störer kann beispielsweise die benachbarte Starkstromleitung oder ein Transformator sein.
Durch Verwendung von verdrillten Messleitungen kann die induktive Einstreuung im Bereich eines Magnetfeldes sehr stark vermindert werden. Leitungen sollen nicht lose herumhängen und sich während der Messung nicht bewegen, da es auch hierdurch zu Fehlspannungen kommen kann.
Eine weitere Maßnahme zur Verminderung der Störungen ist die Vergrößerung des Abstandes zum Störfeld oder eine mögliche Abschirmung.

Widerstandsmessung

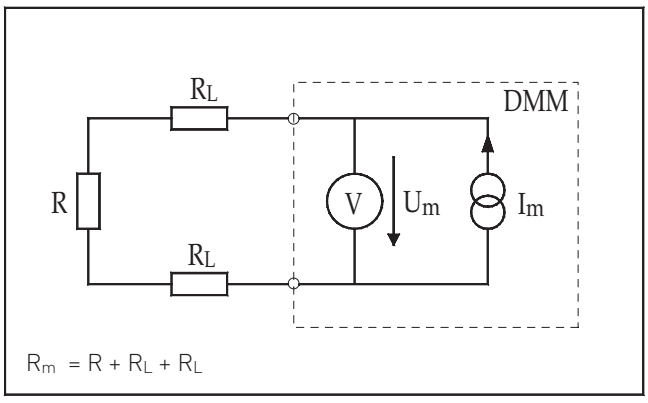
Die Widerstandsmessung beim Multimeter HM8112-3 wird als spannungsrichtige Schaltung mit der Gleichstrom-Methode in 2- oder 4-Draht-Anordnung durchgeführt. Es fließt ein eingeprägter Strom durch den Prüfling R und der Spannungsabfall an R wird gemessen.

Zweidraht-Widerstandsmessung

Es fließt ein eingeprägter Strom durch den Prüfling R und die Messleitungen R_L. Es wird der Spannungsabfall an R gemessen. Es entseht aber auch ein kleiner Spannungsabfall an den Messleitungen R_L. Deswegen ist vor allem bei der Messung kleiner Widerstände (<1 kΩ) darauf zu achten, dass eine sorgfältige Kompensation der Messkabelwiderstände und der Thermospannungen mit Hilfe der Offsetkorrektureinrichtung durchgeführt wird.
Hierzu werden die beiden Messkabel mit ihren Prüfklemmen auf einer Seite des Prüflings angeschlossen, was einem Kurzschluss entspricht, und eine Offsetkorrektur durch die Taste ZERO ④ ausgelöst.

Die Fehlerquellen, wie Zuleitungswiderstand, Übergangswiderstand und Thermospannungen an den Übergängen verschiedener Metalle werden somit eliminiert.

Wird eine Offsetkorrektur nicht durchgeführt, erhält man einen Messwert für R_m, der sich aus der Summe aller im Messpfad befindlichen Widerstände zusammensetzt und um den Zuleitungswiderstand zu hoch ist.

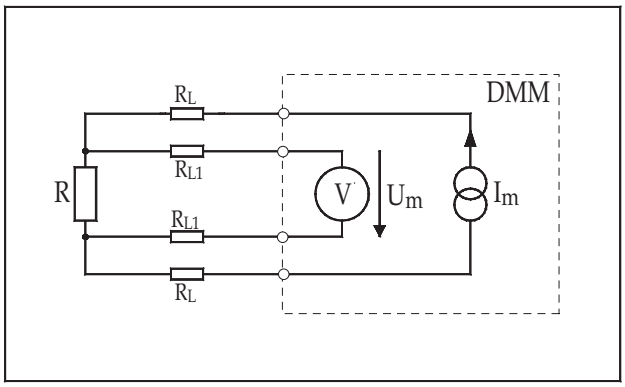


$R_m = R + R_L + R_L$

Die in der Praxis oft verwendeten Kabel mit 1m Länge besitzen einen Widerstand von ca. 10–20 mΩ. Bei einem zu messenden Widerstand von 100 Ω ergibt dies bereits einen Fehler von 0.04%. Bei niedrigen Widerstandswerten, insbeson-dere im 100 Ω-Bereich, macht sich der Zuleitungswiderstand also recht stark bemerkbar. Für diese Bereiche ist daher eine Vierdraht-Messung zu empfehlen

Vierdraht-Widerstandsmessung

Damit die durch Zuleitungswiderstände vorhandenen Messprobleme nicht auftreten, verwendet man für die Messung kleiner Widerstände die Vierdraht-Anordnung. Bei der 4-Draht-Widerstandsmessung fließt auch ein eingeprägter Strom durch den Widerstand R. Um den Einfluss der Mess-leitungen zu eliminieren wird der Spannungsabfall an R mit zwei weiteren Leitungen direkt gemessen. Der gemessene Spannungsabfall ist zum Widerstandswert R proportional.



Die „äußeren" Anschlüsse der Vierdraht-Widerstandsmessung prägen über die Kabel mit den Leitungswiderständen R_L den Messstrom in den zu messenden Widerstand R ein SOURCE ㉖. Die „inneren" Messleitungen mit den Zuleitungswiderständen R_{L1} sind mit dem V-SENSE-EINGANG des Messgerätes verbunden, der eine hochohmige Eingangsstufe besitzt, so dass es zu einem vernachlässigbaren Spannungsabfall an R_{L1} kommt SENSE ㉔.

Sowohl in der 2-Draht- als auch in der 4-Draht-Widerstands-Messung sollten bei großen Widerständen (ab 100 kΩ) abgeschirmte Messleitungen verwendet werden, wobei die Abschirmung mit Erde verbunden sein muss, um störende Einstreuungen durch Fremdspannungen (Netzbrummen) zu verhindern.

Auch sollten die Kabel einen sehr hohen Isolationswiderstand besitzen (z.B. Teflonisolierung), da sonst mit Leckstromproblemen zu rechnen ist, die aus der Parallelschaltung von R und dem Kabelisolationswiderstand herrühren.

Weiterhin von Vorteil ist auch eine Integrationszeit von größer 1 sec, da hier die störenden Einstreuungen durch die längere Integration des Messsignals unterdrückt werden.

Verlustleistung an den Widerständen

Eine bei der Messung von Widerstandssensoren (z.B. Temperatur-Sensoren) immer wieder übersehene Fehlerquelle ist die Verlustleistung in den zu messenden Widerständen und die damit verbundene Eigenerwärmung.
Dadurch kann vor allem bei Sensoren mit hohem Temperaturkoeffizienten das Messergebnis stark verfälscht werden. Eine Reduzierung dieser Störgröße erreicht man durch entsprechen-

de Bereichsvorwahl. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick zur Verlustleistung bei Vollaussteuerung in den jeweiligen Widerstandsbereichen.

Bereich	Messstrom	Verlustleistung bei max.Anzeige
100 Ω	1 mA	100 µW
1 kΩ	1 mA	1 mW
10 kΩ	100 µA	100 µW
100 kΩ	10 µA	10 µW
1 MΩ	1 µA	1 µW
10 MΩ	100 mA	100 mW

Wechselspannungsmessung

Das Multimeter HM8112-3 misst eine Wechselspannung als Echteffektivwert mit oder ohne Gleichanteil. Eine für Wechselspannungsmessungen zu empfehlende Messanordnung besteht aus einem Zwei-Leiter-Kabel mit Abschirmung. Die Abschirmung sollte mit Erde verbunden sein. Etwas weniger Abschirmung erreicht man bei Verwendung eines einfachen Koaxialkabels.
Im 100 V und 600-V-Bereich ist bei höheren Frequenzen (100 V-Bereich über 100 kHz, 600-V-Bereich über 10 kHz) zu beachten, dass die angelegte Wechselspannung nicht das Spannungs-Frequenz-Produkt (Volt-Herz-Produkt) 10.000.000 VHz übersteigt.

Das Spannungs-Frequenz-Produkt gibt an wie groß die maximale Frequenz einer angelegten Wechselspannung sein darf. Die Wechselspannung wird als Effektivwert angegeben. Für die Bezeichnung Spannungs-Frequenz-Produkt werden oftmals auch die Namen Effektivwertprodukt oder Volt-Hertz-Produkt verwendet. Das Spannungs-Frequenz-Produkt wird bestimmt durch die Eingangsimpedanz des Messgerätes und die Anstiegsgeschwindigkeit (slew rate) des Eingangsverstärkers. Wird die slew rate des Eingangsverstärkers überschritten, wird das Ausgangssignal des Verstärkers verzerrt und das Messergebnis ist verfälscht. Die zum Eingangswiderstand parallel liegende Eingangskapazität bildet einen Tiefpass und belastet bei höheren Frequenzen das Eingangssignal, was ebenfalls das Messergebnis beeinflusst.

Wechselspannungsmessung Grundlagen

Verwendete Abkürzungen und Zeichen

$U_{(t)}$	Spannung Momentanwert
$U^2_{(t)}$	Spannung quadratischer Mittelwert
$\lvert\bar{U}\rvert$	Spannung Gleichrichtwert
U_{eff}	Spannung Effektivwert
$\hat{u}$	Spannung Spitzenwert
I_{eff}	Strom Effektivwert
$\hat{\imath}$	Strom Spitzenwert

Arithmetischer Mittelwert

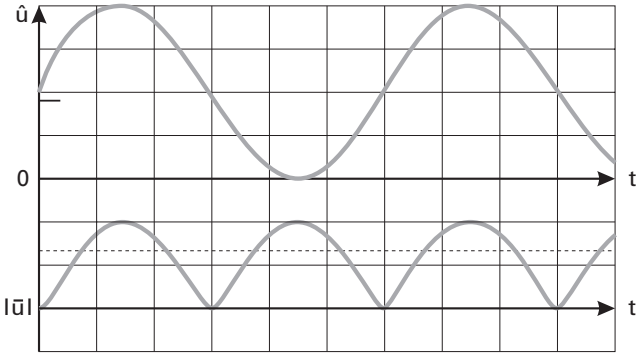
$$\bar{x}_{(t)} = \frac{1}{T}\int_0^T x_{(t)} \cdot dt$$

Der arithmetische Mittelwert eines periodischen Signals ist der gemittelte Wert aller Funktionswerte, die innerhalb einer Periode T vorkommen. Der Mittelwert eines Signals entspricht dem Gleichanteil.
Ist der Mittelwert = 0 , liegt ein reines Wechselsignal vor.
Für Gleichgrößen ist der Mittelwert = Augenblickswert .
Für Mischsignale entspricht der Mittelwert dem Gleichanteil

Gleichrichtwert

$$\lvert\bar{x}\rvert_{(t)} = \frac{1}{T}\int_0^T \lvert x_{(t)}\rvert \cdot dt$$

Der Gleichrichtwert ist das arithmetische Mittel der Beträge der Augenblickswerte. Die Beträge der Augenblickswerte ergeben sich durch Gleichrichtung des Signals. Der Gleichrichtwert wird berechnet durch das Integral über eine Periode von Beträgen der Spannungs- oder Stromwerte.



Bei einer sinusförmigen Wechselspannung u(t) = û sin ωt ist der Gleichrichtwert das $2/\pi$ -fache (0,637fache) des Scheitelwertes.

$$\lvert\bar{u}\rvert = \frac{1}{T}\int_0^T \lvert\hat{u}\sin\omega t\rvert\, dt = \frac{2}{\pi}\hat{u} = 0{,}637\hat{u}$$

Effektivwert

Der quadratische Mittelwert $x^2(t)$ eines Signals entspricht dem Mittelwert des quadrierten Signals.

$$\bar{x}^2_{(t)} = \frac{1}{T}\int_0^T x^2_{(t)} \cdot dt$$

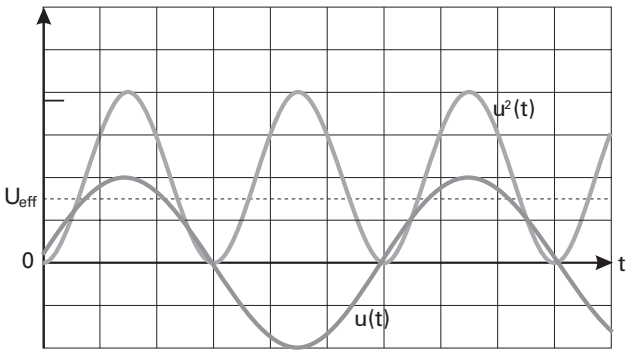
Wird aus dem quadratischen Mittelwert die Wurzel gezogen, ergibt sich der Effektivwert des Signals X_{eff}

$$x_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T x^2_{(t)} \cdot dt}$$

Bei Wechselspannungssignalen möchte man, wie bei Gleichspannungssignalen, die selben Formeln zur Berechnung von Widerstand, Leistung, etc verwenden. Wegen der wechselnden Momentangrößen wird der Effektivwert (engl. „RMS" – Root Mean Square) definiert. Der Effektivwert eines Wechselsignals erzeugt den selben Effekt wie ein entsprechend großes Gleichsignal.

Beispiel:
Eine Glühlampe, versorgt mit einer Wechselspannung von 230 V_{eff} , nimmt die gleiche Leistung auf und leuchtet genauso hell, wie eine Glühlampe versorgt mit einer Gleichspannung von 230 V_{DC}. Bei einer sinusförmigen Wechselspannung u(t) = û sin ωt ist der Effektivwert das $1/\sqrt{2}$-fache (0,707fache) des Scheitelwertes.

$$U = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T (\hat{u}\sin\omega t)^2\, dt} = \frac{\hat{u}}{2} = 0{,}707\hat{u}$$



Formfaktor

Wird der vom Messgerät ermittelte Gleichrichtwert mit dem Formfaktor des Messsignals multipliziert, ergibt sich der Effektivwert des Signals. Der Formfaktor eines Signals ermittelt sich nach folgender Formel:

$$F = \frac{U_{eff}}{|\hat{u}|} = \frac{\text{Effektivwert}}{\text{Gleichrichtwert}}$$

Bei reinen sinusförmigen Wechselgrößen beträgt der Formfaktor $\pi / 2\sqrt{2} = 1{,}11$

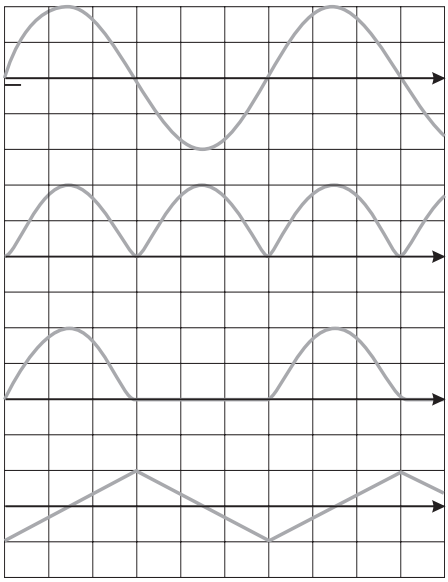
Crestfaktor

Der Crestfaktor (auch Scheitelfaktor genannt) beschreibt um welchen Faktor die Amplitude (Spitzenwert) eines Signals größer ist als der Effektivwert. Er ist wichtig bei der Messung von impulsförmigen Größen.

$$C = \frac{\hat{u}}{U_{eff}} = \frac{\text{Spitzenwert}}{\text{Effektivwert}}$$

Bei reinen sinusförmigen Wechselgrößen beträgt das Verhältnis $\sqrt{2} = 1{,}414$

Wird bei einem Messgerät der maximal zulässige Crestfaktor überschritten, sind die ermittelten Messwerte ungenau, da das Messgerät übersteuert wird.

Formfaktoren	Crestfaktor C	Formfaktor F
	$\sqrt{2}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1{,}11$
	$\sqrt{2}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1{,}11$
	2	$\frac{\pi}{2} = 1{,}57$
	$\sqrt{3}$	$\frac{2}{\sqrt{3}} = 1{,}15$

Die Genauigkeit des berechneten Effektivwertes ist abhängig vom Crestfaktor und verschlechtert sich mit höherem Crestfaktor des Messsignals. Die Angabe des maximal zulässigen Crestfaktors (techn. Daten) bezieht sich auf das Mess-bereichende. Wird nur ein Teil des Messbereiches genutzt (z.B. 230 V im 500 V-Bereich), darf der Crestfaktor größer sein. (siehe Abbildung Formfaktoren).

Gleich- und Wechselstrom

Die Strommessung im Multifunktionsmeter HM8112-3 wird mit Hilfe von genauen Shunt-Widerständen durchgeführt. Hierbei wird der durch den Strom verursachte Spannungsabfall über dem Shunt gemessen. Bedingt durch den Leitungswiderstand R_L und den Shunt-Widerstand R wird eine Belastungsspannung U_B (Bürdenspannung) erzeugt. Dies kann unter Umständen zu Fehlmessungen führen.

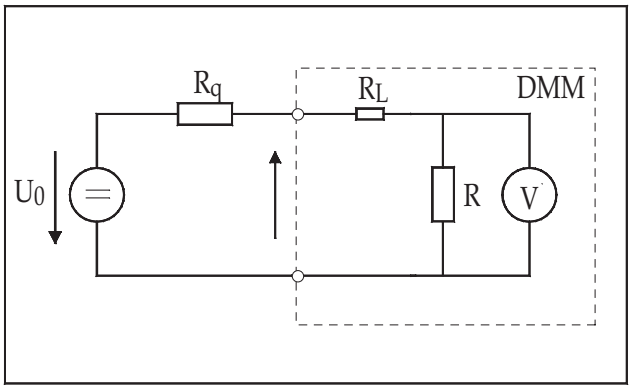


Abb.: Prinzip der Strommessung mit Shunt-Widerständen

U_0 = Quellenspannung
U_B = Bürdenspannung
R_L = Leitungswiderstand
R_q = Quellenwiderstand
R = Shunt-Widerstand im Multimeter

Der Fehler in % für eine Messung ergibt sich dann wie folgt:

$$\text{Fehler (\%)} = \frac{100 \times U_B}{U_0}$$

Temperaturmessung

Im internationalen Einheitensystem (SI) wurde als Basiseinheit für die Temperaturmessung das Kelvin (K) vereinbart. Grad Celsius (°C) ist eine gesetzliche, von den SI-Einheiten abgeleitete Einheit und international gebräuchlich. Im angloamerikanischen Raum werden Temperaturen auch in Grad Fahrenheit (°F) angegeben.

Absolute Temperaturangaben erfolgen meist in Grad Celsius (°C). Relative Temperaturangaben oder Temperaturdifferenzen werden in Kelvin (K) angegeben.

Kelvin (K)	Celsius (°C)	Fahrenheit (°F)
0 K	-273,15 °C	459,67 °F
255,38 K	-17,77 °C	0 °F
273,15 K	0 °C	32 °F
373,15 K	100 °C	212 °F

Umrechnung
°C in K: $T_{[K]} = T_{[°C]} + 273{,}15\ K$
°K in °C: $T_{[°C]} = T_{[K]} - 273{,}15\ K$
°C in °F: $T_{[°F]} = 9/5 \times T_{[°C]} + 32\ °F$
°F in °C: $T_{[°C]} = 5/9 \times (T_{[°F]} - 32\ °F)$

Verwendete Abkürzungen und Zeichen:
$T_{[K]}$ Temperatur in Kelvin [K]
$T_{[°C]}$ Temperatur in Grad Celsius [°C]
$T_{[°F]}$ Temperatur in Grad Fahrenheit [°F]

Temperaturmessfühler

Die meist gebräuchlichen Temperaturfühler sind das NiCr-Ni Thermoelement (K-Type) und der Platin-Temperaturfühler PT100. Die Kennlinien der Temperaturfühler werden in den Normen nur über einen bestimmten Bereich definiert. Außerhalb dieser Bereiche sind keine verlässlichen Werte vorhanden. Wird der Messbereich der Temperaturfühler überschritten, zeigt deshalb das HM8112-3 „Overrange" an.

Platin-Temperaturfühler PT100

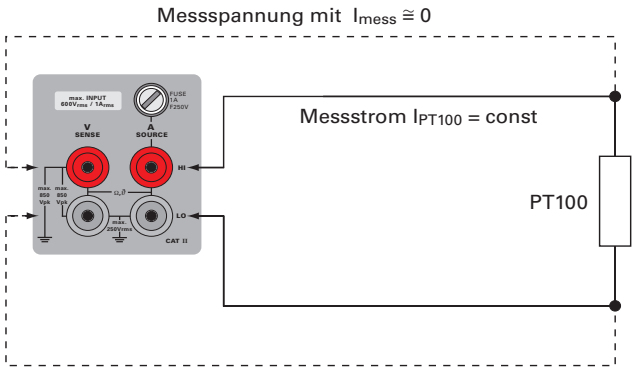
Der Platin-Temperaturfühler PT100 ist ein Widerstandssensor. Aufgrund seiner zeitlichen Konstanz des Widerstandswertes und der guten Beständigkeit gegen aggressive Medien eignet sich Platin gut als Widerstandsmaterial für Temperaturfühler. Eine Änderung der Temperatur bewirkt am Temperaturfühler eine Änderung des Widerstandes. Der Nominalwiderstand R_0 beträgt:

$R_0 = 100\,\Omega$ bei $T_0 = 0$ °C

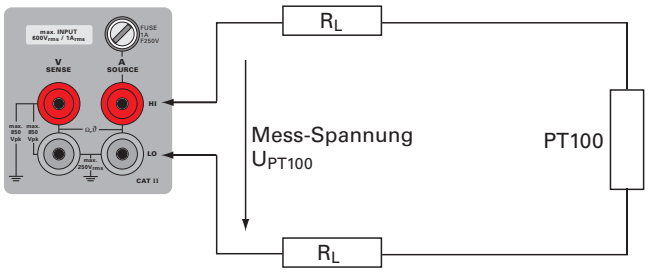
Der Temperaturbereich zum Einsatz des PT100 erstreckt sich von –200 °C bis +850 °C.

Weitere PT Widerstandsfühler gibt es mit der Bezeichnung Pt10, Pt25, Pt500, Pt1000. Die Nominalwiderstände betragen hier bei $T_0 = 0$ °C entsprechend 10 Ω, 25 Ω, 500 Ω und 1000 Ω. Die Typen Pt10, Pt25, Pt500 kommen beim HM8112-3 nicht zum Einsatz.

Temperaturmessung mit PT100 / PT1000



Die gebräuchlichste und genauere Art der Temperaturmessung ist eine 4-Draht-Widerstandsmessung. Ein konstanter Strom fließt von SOURCE (26) des Messgerätes zum PT100. Die Widerstandsänderung des PT100 ist abhängig von der Temperaturänderung am PT100. Eine Temperaturänderung ruft aber auch in den Messleitungen eine Änderung des Leitungswiderstandes R_L hervor. Weil SENSE (24) die Messspannung direkt am PT100 abgreift und der Eingangsverstärker des Messeingangs sehr hochohmig ist, fließt ein vernachlässigbarer kleiner Strom in den SENSE-Messleitungen ($I_{mess} \cong 0$). Somit geht der Spannungsabfall über den SENSE-Messleitungen, hervorgerufen durch den Messstrom, nicht (bzw. vernachlässigbar) in die Messung mit ein. Auch hat eine Widerstandsänderung von R_L in den SENSE-Messleitungen einen nur unmerklichen Einfluss. Durch den Abgriff der Messspannung nach den SOURCE-Zuleitungen wird nur die Widerstandsänderung des PT100 erfasst. Die Widerstandsänderung von R_L der SOURCE-Zuleitungen aufgrund der Temperaturänderung hat ebenfalls keinen Einfluss auf die Messung.

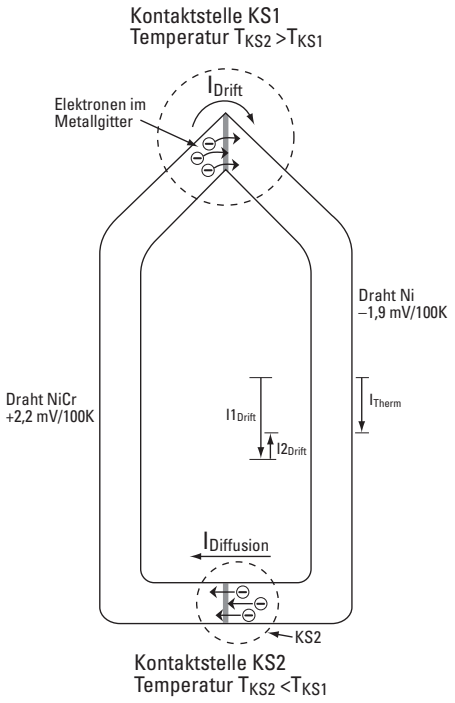


Bei nicht so hohen Ansprüchen an die Genauigkeit kann auch eine 2-Draht-Widerstandsmessung ausreichen. Da sich die Messstelle mit dem PT100 und das Messgerät meist auf unterschiedlichem Temperaturniveau befinden, erfolgt durch eine Temperaturänderung an den Messleitungen zum PT100 auch eine Änderung des Leitungswiderstandes R_L. Diese Temperaturabhängigkeit der Zuleitungswiderstände, Thermospannungen und der Spannungsabfall über den Zuleitungs-widerständen gehen mit in die Messung des PT100 ein.

NiCr-Ni Thermoelement (K-Typ)

Der Einsatzbereich eines NiCr-Ni Thermo-Element K-Typ liegt im Bereich von ca. –270 °C bis +1300 °C.

Das Thermoelement liefert, wie der Name Element schon andeutet, eine Spannung. Diese temperaturabhängige Spannung entsteht an der Kontaktstelle von zwei verschiedenen Metallen. Sie wird Kontaktspannung oder auch Thermospannung genannt. Durch die immer vorhandene Wärmebewegung der Elektronen im Metallgitter können einige Elektronen an der Metalloberfläche das Gitter verlassen. Dazu wird Energie benötigt,



um die Austrittsarbeit zu verrichten und die Bindungskräfte im Metallgitter zu überwinden. Berühren sich nun zwei Metalle, deren Bindungskräfte unterschiedlich sind so treten aus dem Metall mit den kleineren Bindungskräften Elektronen aus und fließen zum Metall mit den größeren Bin-dungskräften. Schaltet man nun zwei solche Kontaktstellen zusammen, und besitzen die beiden Enden des Thermoelementes ein unterschiedliches Temperaturniveau, fließt ein Strom.

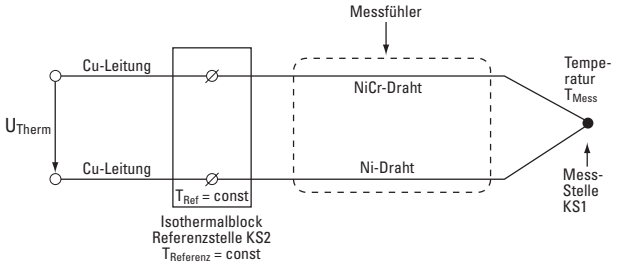
Temperaturmessung mit dem NiCr-Ni Thermoelement

- Der NiCr-Draht und der Ni-Draht sind an beiden Enden miteinander verbunden.
- Die Kontaktstelle 1 (KS1) besitzt in unserem Fall eine höhere Temperatur als Kontaktstelle 2 (KS2).
- Wegen der Temperaturbewegung an KS1 lösen sich Elektronen im NiCr-Draht aus dem Metallgitter.
- Die Elektronen fließen zum Ni-Draht und bilden den Driftstrom $I1_{Drift}$.
- Der Driftstrom $I1_{Drift}$ fließt über KS2 und bildet dort den Diffusionsstrom $I_{Diffusion}$.
- An KS2 bildet sich aufgrund der Temperaturbewegung ebenfalls ein Driftstrom $I2_{Drift}$.
- $I2_{Drift}$ wirkt dem Driftstrom an KS1 entgegen.
- $I2_{Drift}$ ruft auch an KS1 einen Diffusionsstrom hervor.
- Der Gesamtstrom I_{Therm} ergibt sich aus der vorzeichenrichtigen Addition der einzelnen Ströme.
  $I_{Therm} = I1_{Drift} + I2_{Drift}$
- Wird die Temperatur an KS1 kleiner als an KS2 kehrt sich die Stromrichtung von I_{Therm} um.
- Ist die Temperatur an KS1 und KS2 identisch, heben sich die beiden Ströme $I1_{Drift}$ und $I2_{Drift}$ auf.

Um verschiedene Metalle und deren thermoelektrischen Eigenschaften zueinander zu beschreiben, wurde die Temperaturabhängigkeit der Metalle zu Platin ermittelt. Es ergibt sich die thermoelektrische Spannungsreihe in [mV/100 K] bezogen auf Platin.

Thermoelektrische Spannungsreihe
Bezugstemperatur ist 0 °C,
Messtemperatur 100 °C, in [mV/100 K]

Platin (Pt)	Nickel (Ni)	Kupfer (Cu)	Eisen (Fe)	Chrom-Nickel (CrNi)
0,0	-1,2 ...-1, 94	+0,75	+1,88	+2,2

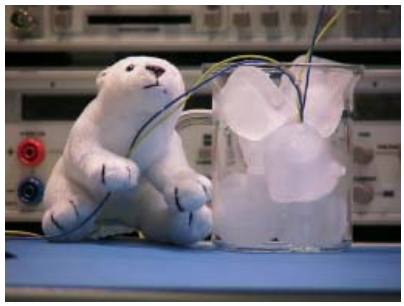


Wird die eine Kontaktstelle (KS2) als Referenz auf einem bekannten Temperaturniveau gehalten, kann die andere Kontaktstelle (KS1) zur Temperaturmessung benutzt werden. Die Thermospannung ist proportional zur Temperaturdifferenz an den Kontaktstellen KS1 und KS2.

I_{Therm} ist proportional zu $\Delta T = T_{KS1} - T_{KS2}$
(Seebeck-Effekt)

Die Cu-Zuleitungen beeinflussen die Messung nicht, sofern diese sich auf dem selben Temperaturniveau befinden wie die Referenzstelle. Die Referenzstelle (KS2), auch Isothermalblock genannt, wird mit einem weiteren Temperatursensor und einer entsprechenden Regelschaltung auf einem konstanten Temperaturniveau gehalten.

Referenzstelle



Für die Temperaturmessung mit einem Thermoelement ist es notwendig, außer der Mess-Stelle auch eine Vergleichstelle zu definieren. Die Temperaturdifferenz zwischen der Mess-Stelle und dieser Referenzstelle erzeugt eine zur Temperaturdifferenz proportionale Thermospannung. Eine einfache Möglichkeit diese Referenzstelle zu erzeugen ist das „Eisbad". Dies ist ein Wasserbad mit Eisstükken. Es hält, mit einer Unsicherheit von 1 mK, relativ genau die Temperatur von 0 °C. Dieses thermodynamische System „Eisbad" regelt sich so lange selbst, bis alle Eistücke geschmolzen sind oder alles Wasser gefroren ist.

In der Praxis ist dieses Verfahren etwas umständlich. Wer möchte schon eine Schüssel Wasser und einen Eisblock mit sich herumschleppen. Und dies alles nur um schnell mal in der Produktion die Temperatur eines Ofens zu kontrollieren. Um dem Anwender den benötigten Handwagen zum Transport der Utensilien und die Kühltruhe für die Erzeugung der Referenzstelle zu ersparen, besitzen die meisten Messgeräte eine interne Referenzstelle oder die Möglichkeit zur Angabe der Referenztemperatur. Das HM8112-3 erlaubt durch Messung mit einem PT-Fühler die genaue Bestimmung der Referenztemperatur und somit das genaue Messen mit Thermoelementen. Thermoelemente sind im Vergleich zu PT-Fühlern günstig und werden oft über Messstellenumschalter in größerer Anzahl am Messgerät angeschlossen. So braucht es nur noch die Messfühler und das passende Messgerät, sprich HM8112-3.

Gerätekonzept des HM8112-3

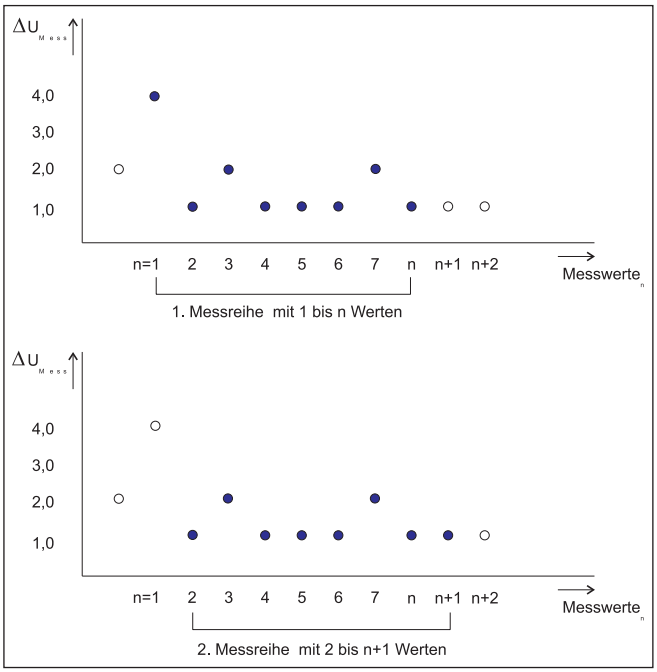
Referenz

Der integrierende AD-Wandler muss mit einer Referenz beschaltet werden. Die Eigenschaften dieser Referenz bestimmen letztendlich die Langzeitstabilität des Gerätes. Beim HM8112-3 dient als Referenz ein hochgenauer Referenzbaustein.

Integrierende AD-Wandler

Als integrierende AD-Wandler wird ein Wandler nach dem Multi-Slope-Verfahren benutzt.

Gleitender Mittelwert



Der vom AD-Wandler ermittelte Messwert kann direkt angezeigt werden. Es kann jedoch aus n-Messwerten auch zuerst der Mittelwert gebildet werden, welcher dann angezeigt wird.
Zuerst werden 1 bis n Werte erfasst. Aus diesen n Werten wird der Mittelwert gebildet und anschließend angezeigt. Im folgenden Schritt wird der nächste Messwert n+1 vom AD-Wandler ermittelt. Von den zuvor ermittelten n Werten wird der erste gemessene Wert 1 verworfen. Aus den restlichen 2 bis n Werten und dem neuen Wert n+1 wird ein neuer Mittelwert gebildet. Dies hat den Vorteil, dass Spitzen oder Störungen geglättet werden.

Messung der Wechselgrößen

Frequenz, Periodendauer

Frequenz und Periodendauer werden prinzipiell anhand einer Impulszähl-Schaltung gemessen. Als Basiszeit dient eine Sekunde. Die erste auftretende negative Flanke triggert die Messung und startet den Zähler. Eine Sekunde lang löst jede negative Flanke einen Zählimpuls aus. Nach Ablauf der ersten Sekunde wartet die Messschaltung auf den nächsten Nulldurchgang des Signals. Ab jetzt wird die Periodendauer des Signals bestimmt. Es wird gemessen, wie lange es bis zum folgenden Nulldurchgang dauert. Aus dieser kombinierten Messung wird dann die Frequenz des Signals bestimmt und die Periodendauer berechnet. Die kombinierte Messung von der Anzahl der Nulldurchgänge und Zeit einer Periode des Signals ermöglicht das Messen von sehr kleinen und auch großen Frequenzen innerhalb einer vernünftigen Zeit. Bei Anlegen einer Gleichspannung wird die Frequenz zu 0 Hz bestimmt.

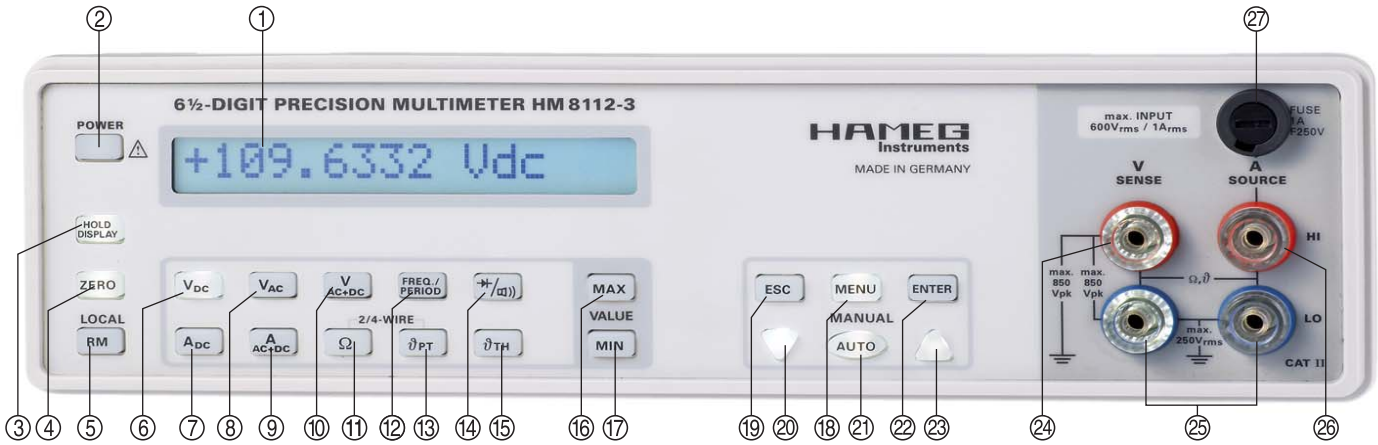
Da die Periodendauer aber berechnet wird, erfolgt eine Division durch 0. Deswegen zeigt das Gerät bei der Periodendauermessung einer Gleichspannung „INF" im Display. (INF = Infinity = Unendlich).

Effektivwertgleichrichter

Die Wechselspannungsmessung wird durch einen hoch-genauen Effektivwertgleichrichterbaustein realisiert. Dieser Baustein bestimmt aus der anliegenden Wechselspannung eine proportionale Gleichspannung, die dem Echt-Effektivwert der Wechselspannung entspricht.

Crestfaktormessung

Bei Überschreiten des Crestfaktors von 7 lässt sich durch den Echteffektivwertgleichrichter die Wechselspannung oder Wechselstrom nicht mehr korrekt bestimmen.



Einführung in die Bedienung des HM8112

Inbetriebnahme

Beachten Sie bitte besonders bei der ersten Inbetriebnahme des Gerätes folgende Punkte:

- Die verfügbare Netzspannung muss mit dem auf der Geräterückseite (Netzspannungswahlschalter) angegebenen Wert übereinstimmen.
- Vorschriftsmäßiger Anschluss an Schutzkontaktsteckdose oder Schutz-Trenntransformatoren der Schutzklasse 2
- Keine sichtbaren Beschädigungen am Gerät
- Keine Beschädigungen an der Anschlussleitung
- Keine losen Teile im Gerät

Werkseinstellung

Das Gerät besitzt folgende Voreinstellung:

– Messbereich	10 V_{DC}
– Die Integrationszeit beträgt	100ms
– Filterfunktion	ausgeschaltet
– Temperatur in	°C
– Messsensor	PT100
– Datenlogger	ausgeschaltet
– RS-232 Schnittstelle	ausgeschaltet

Bedienelemente und Anzeigen

① **Display**
16-stelliges Display zur Anzeige der Messwerte, Auswahl des Menüs und der Menüpunkte.

② **POWER**
Taster für Standby-Funktion. Das Bedienteil und die Anzeige werden ausgeschaltet. Das eigentliche Messgerät bleibt, solange es mit dem Stromversorgungsnetz verbunden ist, eingeschaltet. Dies hat den Vorteil, dass das Gerät nach dem Einschalten aus der Standby-Funktion sofort betriebsbereit ist. Auch die Referenz wird geschont, da das Ein/Ausschalten entfällt. Soll das Gerät komplett ausgeschaltet werden, muss der Netzschalter ㉘ auf der Rückseite des Gerätes betätigt werden.

③ **HOLD DISPLAY**
Die Messwertanzeige im Display wird „eingefroren".
Durch Betätigen einer der Tasten zur Auswahl der Messfunktionen ⑥ bis ⑮ oder MENU ⑱ wird die HOLD-Funktion verlassen.

④ **ZERO**
Nullabgleich bei Gleichspannungsmessung, Gleichstrommessung, 4-Draht-Widerstandsmessung und 2-Draht-Widerstandsmessung. In den Wechselspannungs- und Wechselstrombereichen gibt es keine ZERO-Funktion. Die beiden Messleitungen werden kurzgeschlossen und dann die ZERO-Taste ④ betätigt. Es wird eine Offsetkorrektur der gesamten Messstrecke durch die Taste ZERO ④ ausgelöst. Der Zuleitungswiderstand der Messleitung, Übergangswiderstände und Thermospannungen an den Übergängen verschiedener Metalle werden durch diese Offsetkorrektur „bewusst" eliminiert.

Die Kompensationswerte bleiben auch nach Ausschalten des HM8112-3 erhalten und müssen bei Bedarf neu ermittelt werden!

Ein Betätigen der ZERO-Taste ④ in den Messbereichen ϑPT für PT-Messfühler oder ϑTH für Thermoelemente funktioniert nicht !

Kompensation mit ZERO bei der Temperaturmessung:

1. Abhängig vom Temperaturfühler in folgenden Messbereich wechseln.

PT100	Ω 2-WIRE / Ω 4-WIRE	1 kΩ-Bereich
PT1000	Ω 2-WIRE / Ω 4-WIRE	10 kΩ-Bereich
Thermoelement V_{DC}		100 mV_{DC}-Bereich

   Die Auswahl von 4-Draht-Widerstandsmessung (Ω 4- WIRE) oder 2-Draht-Widerstandsmessung (Ω 2-WIRE) hängt vom verwendeten PT-Temperaturfühler ab.

2. Messstrecke bis zum Temperaturfühler kurzschließen

3. ZERO-Taste ④ zur Kompensation der Einflüsse auf die Messstrecke betätigen

4. Nach der Kompensation mit der ZERO-Taste ④ in die entsprechende Temperaturmessfunktion wechseln.

Es gibt Messgeräte, welche über eine „automatische Zero-Funktion" verfügen. Diese Funktion unterbricht in regelmäßigen Abständen die Messung und schließt einen Teil der Messstrecke kurz. Dann wird ein teilweiser Nullabgleich der Messstrecke bis zu den Messbuchsen des Gerätes durchgeführt. Im HM8112-3 wurde darauf verzichtet, da der Nullabgleich der gesamten Mess-Strecke ein sehr wichtiger Vorgang beim Messen ist. Diese Prozedur muss vom Anwender bewusst und überlegt durchgeführt werden.

⑤ LOCAL

Durch Senden eines Befehles an die Schnittstelle des HM8112-3 geht das Gerät in den Remote-Betrieb.
Mit LOCAL wird die Fernbedienung des HM8112-3 über das Interface ausgeschaltet. Das Gerät ist wieder in den manuellen Betrieb zurückgesetzt und an der Frontplatte bedienbar.

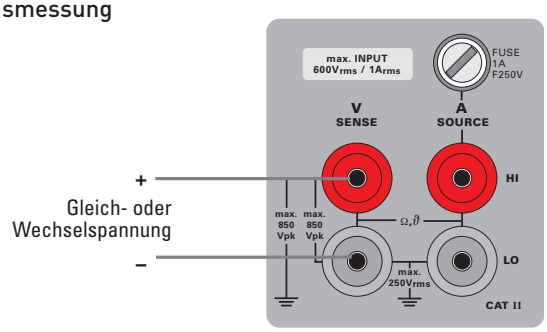
Tasten für die verschiedenen Messfunktionen

Bei Änderungen der Messfunktion bleibt das HM8112-3 auf die vorher eingestellte Messzeit eingestellt. Wird jedoch eine größere Messzeit als 1 sec eingestellt, schaltet das Gerät bei Wechsel der Messfunktion die Messzeit im neu gewählten Bereich automatisch auf 1 sec zurück.

Es sind immer die Tasten beleuchtet, mit welchen weitere Funktionen verbunden sind. Selbstverständlich kann mit den nicht beleuchteten Tasten eine andere Messfunktion aufgerufen werden. Die Anschlussbuchsen sind ebenfalls beleuchtet und zeigen die für die entsprechend gewählte Messfunktion zu benutzenden Anschlussbuchsen an.

Spannungsmessung

⑥ V_{DC}



Gleichspannungsmessung bis 600 V Es gibt keine Autorange-Funktion für die Messbereiche 100 mV und 1 V.

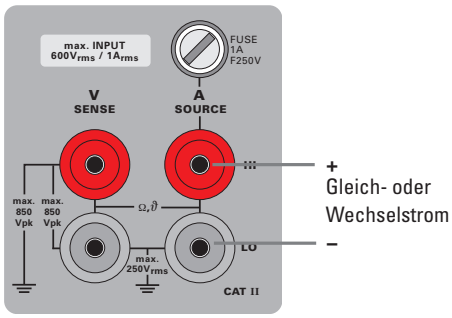
⑧ V_{AC}

Wechselspannungsmessung bis 600 V als True RMS ohne Gleichanteil.
Es wird mit einem Kondensator an den Messkreis angekoppelt. Es ist kein 100 mV-Bereich vorhanden. Der Innenwiderstand des Messgerätes beträgt Ri = 10 MΩ

⑩ V_{AC+DC}

Wechselspannungsmessung bis 600 V als True RMS mit Gleichanteil. Es wird direkt an den Messkreis angekoppelt und derselbe hochgenaue Eingangsteiler wie in V_{DC} verwendet. Der Innenwiderstand des Messgerätes beträgt im 100 mV-Bereich 1 GΩ, ansonsten 10 MΩ.

Strommessung



⑦ A_{DC}

Gleichstrom-messung. Auto-rangefunktion über den vollen Messbereich von 1 A .

⑨ A_{AC+DC}

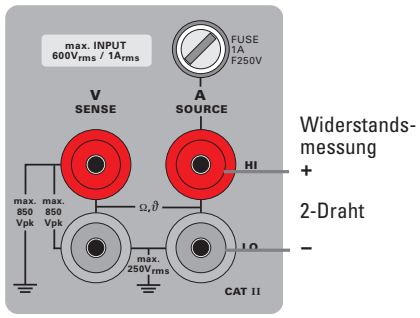
Wechselstrommessung als True RMS mit Gleichanteil. Autorangefunktion über den vollen Messbereich von 1 A .

Widerstandsmessung

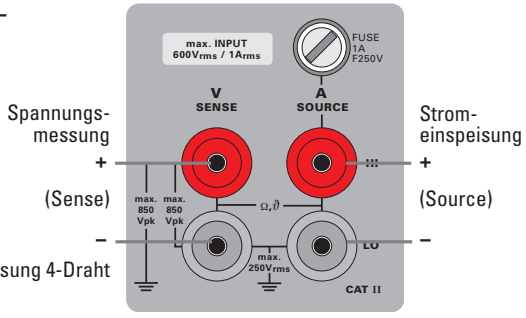
Durch wiederholtes Betätigen der Ω-Taste ⑪ wird zwischen der 2-Draht-Widerstandsmessung und der 4-Draht-Wider-standsmessung umgeschaltet. Im Display wird dies durch „2w" für 2-Drahtmessung und mit „4w" für die 4-Drahtmessung angezeigt. Zusätzlich leuchten die zu benutzenden Anschlussbuchsen. Um genaue Messungen durchzuführen, ist es notwendig, speziell bei der 2-Drahtmessung, eine Kompensation der Messstrecke mit ZERO ④ durchzuführen.

⑪ Ω 2-WIRE
2-Draht-Widerstands-messung

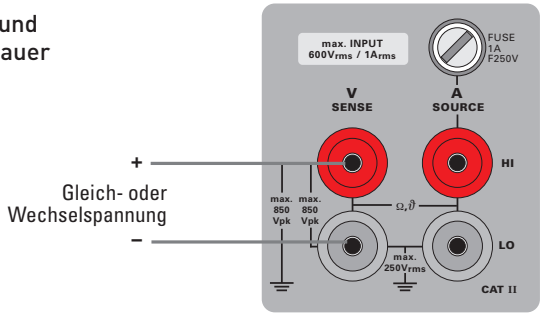
Als Default sind bei der 2-Drahtmessung 100 mΩ als Leitungs-kompensation ein-gestellt. Dieser Wert kann über die Geräte-schnittstelle geändert werden.



⑪ Ω 4-WIRE
4-Draht-Widerstands-messung



Frequenz und Periodendauer



⑫ FREQ./PERIOD

Durch wiederholtes Betätigen der Taste wird zwischen Frequenzmessung und Periodendaueranzeige umgeschaltet. Bei einer Frequenz von 0 Hz zeigt das Gerät bei der Periodendauermessung einer Gleichspannung „INF" im Display. (INF = Infinity = Unendlich) Da die Periodendauer aus der Frequenz berechnet wird, erfolgt eine Division durch 0.

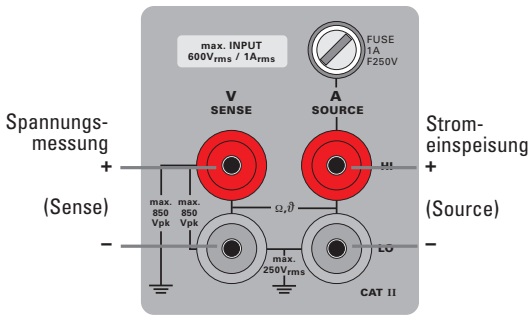
In der FREQ./PERIOD-Funktion gibt es kein Autorange. Das heißt, der bei der Wechselspan-nungsmessung eingestellte Messbereich wird verwendet. Es ist notwendig, zuerst in V_{AC} die Wechselspannung zu messen und erst anschließend die FREQ./PERIOD-Funktion aufzurufen.

Temperaturmessung

Durch wiederholtes Betätigen der ϑPT-Taste ⑬ wird zwischen der 2-Draht-Messung und der 4-Draht-Messung umgeschaltet. Im Display wird dies durch „2w" für 2-Drahtmessung und mit „4w" für die 4-Drahtmessung angezeigt. Zusätzlich leuchten die zu benutzenden Anschlussbuchsen. Als Default sind bei der 2-Drahtmessung 100 mΩ als Leitungskompensation eingestellt. Dieser Wert kann über die Geräteschnittstelle geändert werden.

Um genaue Messungen durchzuführen ist es notwendig, speziell bei der 2-Drahtmessung, eine Kompensation der Messstrecke mit ZERO ④ durchzuführen. Diese Kompensation erfolgt im Widerstandsmessbereich für PT-Fühler oder Spannungsmessbereich bei Thermoelementen. Jedoch nicht bei der Temperaturmessfunktion (siehe ZERO ④).

⑬ ϑPT bei 4-Draht-Temperaturmessung



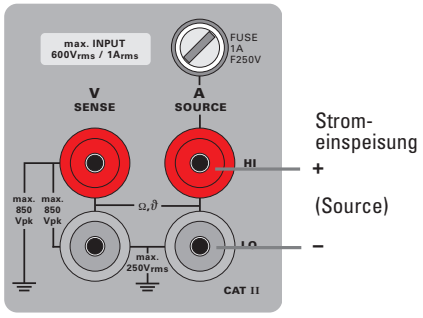
4-Draht-Temperaturmessung mit PT100

Messverfahren:	4-polige Widerstandsmessung mit Linearisierung nach EN 60751 für PT100, PT1000
Temperaturfühler:	PT100-, PT1000-Widerstandsmessfühler

Anzeigebereich:	Anzeigeumfang	Auflösung
Celsius	–200 °C bis + 800 °C	0,01 °C
Fahrenheit	–328 °F bis +1472 °F	0,01 °F
Messstrom:	PT100	1 mA
	PT1000	100 µA
Messspannung im Leerlauf:	ca. 2,5 V	
Messzeit:	100 ms bis 60 s	
Messpause:	nach Bereichs- oder Funktionswechsel 100 ms	
Kalibrierung:	mit Widerstandsnormal	
	PT100	1 kΩ-Bereich
	PT1000	10 kΩ-Bereich
Linearisierung:	nach DIN IEC 751	

⑬ ϑPT bei 2-Draht-Temperaturmessung

2-Draht-Temperaturmessung mit Platintemperaturfühler PT100 oder PT1000 mit eingeschränkter Genauigkeit der Messung.



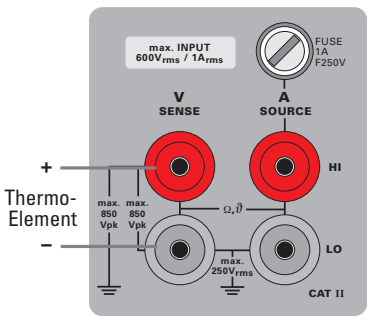
Abgleich der Messtrecke mit PT- Messfühler

PT-Messfühler besitzen einen Zuleitungswiderstand, der meist im Datenblatt angegeben ist. Oftmals ist das Datenblatt weg und der Fühler noch da. Im HM8112-3 ist als Default ein Wert von 100 mΩ gespeichert. Es gibt jedoch PT-Fühler mit einem eingebauten Vorwiderstand (z.B. 10 Ω). Für eine optimal abgeglichene Mess-Strecke muss der genaue Zuleitungswiderstand bekannt sein. Dies gilt für die 4-Drahtmessung und noch mehr für die 2-Drahtmessung. Über die Geräteschnittstelle kann der ab Werk gespeicherte Default geändert werden. Es sind Werte von 0 mΩ bis 100 Ω möglich.

Ermitteln des Zuleitungswiderstandes

Der PT100 oder PT1000 Messfühler wird in ein Eisbad getaucht. Bei 0 °C besitzt der Fühler einen Widerstand von 100 Ω bzw. 1000 Ω. Nun wird durch eine Widerstandsmessung der Widerstand des Temperaturfühlers ermittelt. Die Differenz aus gemessenem Widerstand und dem Sollwert ergibt den Zuleitungswiderstand

⑮ ϑTH – Temperaturmessung mit Thermoelementen

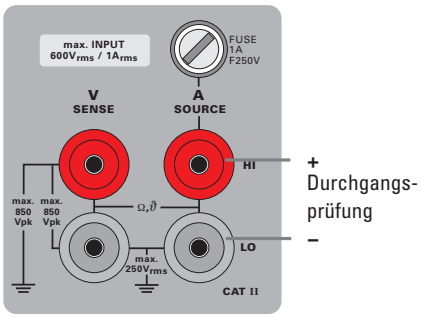


Messverfahren:	Spannungsmessung im 100 mV-Bereich mit Linearisierung nach EN 60584.

Anzeigebereich:	Thermoelement	Bereich in °C
	Typ J (Fe-CuNi)	–210 bis +1200
	Typ K (NiCr-Ni)	–270 bis +1372
Auflösung:	0,1 °C / °F	
Messzeit:	100 ms bis 60 s	
Messpause:	100 ms (nach Funktionswechsel)	
Anzeige:	Messwert in °C oder °F	
Linearisierung:	nach EN 60584	

Durchgangsprüfung

⑭ **Durchgangsprüfung und Diodentest**



Durchgangsprüfung:
Aktivierung des Lautsprechers von 0 Ω (Durchgang) bis ca.10 Ω.

Diodentest: Prüfspannung ca. 2,5 V
Prüfstrom const. 1 mA
Max. 1,2 V als Durchgangsspannung in der Anzeige, danach „Overflow V_{DC}"

Bei der Durchgangsprüfung muss der Prüfling spannungsfrei sein!

Max / Min Werte

⑯ MAX / ⑰ MIN
Der maximale Messwert oder der minimale Messwert einer Messreihe wird im Display angezeigt. Dies ist in jeder Messfunktion möglich. Somit können Min/Max-Werte in einem System überwacht werden. Es gibt keine zeitliche Begrenzung, d.h.: Ist diese Funktion ein Jahr lang eingeschaltet, wird der maximale bzw. minimale Messwert angezeigt, der in diesem Jahr auftrat. Zum Verlassen von MAX ⑯ und MIN ⑰ muss die Taste nochmals betätigt werden. Wird eine andere Messfunktion gewählt, wird die Funktion von MAX ⑯ oder MIN ⑰ ebenfalls verlassen.

Messbereichswahl

Manuelle Messbereichswahl
Mit ▽ ⑳ und △ ㉓ lassen sich die Messbereiche manuell auswählen.

▽ ⑳ Schaltet in den nächst niedrigeren Messbereich.
Die Automatische Messbereichswahl wird deaktiviert.

△ ㉓ Schaltet in den nächst höheren Messbereich.
Die Automatische Messbereichswahl wird deaktiviert.

Ist bei manueller Bereichswahl der angelegte Messwert zu groß, erscheint die Meldung „Overflow" in der Anzeige.

㉑ AUTO
Die AUTO-Taste dient zur automatischen Messbereichswahl. Diese Funktion gibt es bei der Spannungsmessung, Strommessung und der Widerstandsmessung.

Die Umschaltung in einen höheren Messbereich erfolgt bei eingeschalteter Automatik mit Erreichen von 90% des jeweiligen Bereichsendwertes. In den niedrigeren Bereich wird geschaltet, wenn 10% des Bereichsendwertes unterschritten wird. Ist bei automatischer Bereichswahl der angelegte Messwert zu groß, erscheint die Meldung „Overflow" in der Anzeige.

Die Messbereichsautomatik AUTO ist mit Bedacht zu benutzen. Wird an einer hochohmigen Quelle gemessen und liegt die Messspannung in der Gegend (90%) vom Messbereichendwert 1 V kann bei eingeschalteter AUTO-Funktion die Umschaltung in den nächst höheren Messbereich 10 V erfolgen. Im 10 V-Bereich besitzt das HM8112-3 einen Eingangswiderstand von 10 MΩ statt 1 GΩ im 1 V-Bereich. Das Messgerät belastet die hochohmige Quelle von mehreren 100 MΩ mit 10 MΩ-Eingangswiderstand und verfälscht das Messergebnis entsprechend.

Menüstruktur

Menüsteuerung

Befindet sich das Gerät in einer Messfunktion erfolgt mit Betätigen der Taste MENU ⑱ der Sprung in die Menüfunktion. Innerhalb des Menüs werden alle Tasten, welche betätigt werden können, beleuchtet. Das Menü kann immer mit ESC ⑲ ohne Übernahme von Werten verlassen werden.

MENU ruft das Gerätemenü des HM8112-3 auf.
Mit ▽ ⑳ und △ ㉓ gewünschtes Menü anwählen. Mit MENU ⑱ den Menüpunkt öffnen oder Sprung in die nächste Menüebene. Mit ▽ ⑳ und △ ㉓ angezeigte Parameter auswählen. Dann mit MENU ⑱ den Parameter übernehmen. Das Menü wird verlassen, das Gerät ist in der vorherigen Messfunktion

⑲ ESC
Die Menüfunktion wird verlassen. Zur vorherigen Messfunktion ohne Übernahme der Eingabe zurückkehren.

▽ ⑳ Die Menüsteuerung ist rund laufend. Jeder Tastendruck veranlasst einen Menüpunkt nach unten, bis zum untersten Menüpunkt. Danach wird mit dem obersten Menüpunkt wieder begonnen.

△ ㉓ Die Menüsteuerung ist rund laufend. Jeder Tastendruck veranlasst einen Menüpunkt nach oben, bis zum obersten Menüpunkt. Danach wird mit dem untersten Menüpunkt wieder begonnen.

㉒ ENTER
Diese Taste wird nur im Loggermenü „6:Logger" benötigt. Die Abfrage von Werten wird dort mit ENTER weitergeschaltet bzw. die Eingabe übernommen.

Übersicht Menü-Struktur Teil 1

Menü aufrufen mit: MENU

- **Menü auswählen mit:** ▽ △
- **Menü öffen mit:** MENU
- **Parameter wählen:** ▽ △
- **Parameter übernehmen und Menü schließen:** MENU

Sonderfunktion im Logger-Menü siehe Seite 26: ENTER

Einstellen der Messrate

default
0: Time → MENU → ▽ △ → 60s / 10s / 1s / 500ms / 100ms (default) → MENU

Filterfunktion: Anzahl der Messwerte für die gleitende Mittelwertbildung

1: Filter → MENU → ▽ △ → 16 / 8 / 4 / 2 / Off (default) → MENU

Temperatur: Einheit einstellen

2: Temp → MENU → ▽ △ → °F / °C (last setting) → MENU

Messfühler auswählen (PT100 / PT100, Fe - CuNi, NiCr - Ni)

3: Sensor → MENU → ▽ △ → K / J / PT1000 / PT100 (default) / Comp → MENU

Referenzstelle für Thermo-Element festlegen

Comp → MENU → ▽ △ → Comp Ext/Ice / Comp PT-Front / Comp 23°C/°F → MENU

externes Eisbad, PT-Sensor oder23°C als Referenztemperatur festlegen

Comp PT-Front → MENU → ν_{PT} → MENU

PT-Fühler zur Referenzmessung verwenden — 2- oder 4-Drahtmessung auswählen — angezeigten Messwert als Referenz übernehmen

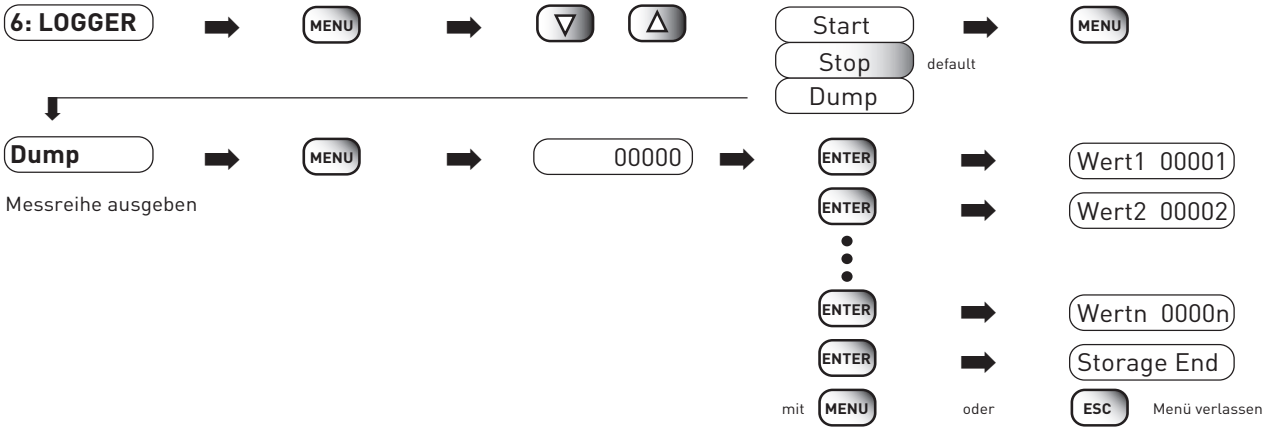
Status-Information

4: Info → MENU → ▽ △ → Auswahl: Version (default) / Cal Date / Ser-Nr → MENU → Anzeige: Version 070404 / CalL Date 170504 / Ser-Nr 00007104

Übersicht Menü-Struktur Teil 2

Math-Menu

Datenlogger starten, stoppen, Messreihe ausgeben



Schnittstelle: Baudrate einstellen

Geräteabgleich

8: Cal Dieser Bereich ist passwort-geschützt.

Mess-Stellenumschalter, Kanalwahl

Menüaufbau und Funktion

Aus dem mit der Taste MENU ⑱ aufgerufenen Hauptmenü wird in die nachfolgend beschriebenen Untermenüs verzweigt.

0:Time
Die zeitlichen Abstände der Messungen sind von 0,01 s bis 60 s einstellbar. Das bedeutet, es wird alle 0,01 sec oder auch nur alle 60 sec ein Messwert erfasst.

Die Messrate lässt sich mit folgenden Werten einstellen:
10 ms (nur über Schnittstelle)
50 ms (nur über Schnittstelle)
100 ms (Default nach Einschalten Netzspannung)
500 ms
1 s
10 s
60 s

Das bedeutet, es wird zum Beispiel alle 500 ms eine Messung vorgenommen und der Wert im Display aktualisiert.
Nach Einschalten der Netzspannung ist als Default ein Wert von 100 ms eingestellt. Wird die Netzspannung entfernt, geht ein zuvor anders eingestellter Wert verloren.
Bei Änderungen der Messfunktion bleibt das HM8112-3 auf die vorher eingestellte Messzeit eingestellt. Wird jedoch eine Messzeit von 10 s oder 60 s eingestellt, schaltet das Gerät bei Wechsel der Messfunktion die Messzeit automatisch auf 1 s zurück.

Beispiel: Die Messzeit wird in V_{DC} auf 60 s eingestellt. Nun erfolgt der Wechsel zur Messfunktion A_{DC}. Das Messgerät reduziert nun die Messzeit selbständig auf 1 s. Diese neue Messzeit gilt jetzt für alle anderen Messfunktionen. Wird eine größere Messzeit als 1 s gewünscht, ist dies bei Wechsel der Messfunktion jeweils neu einzustellen.

Eine Messrate von 60 s bedeutet:
Der Messwandler des HM8112-3 integriert die Eingangsspannung und danach die Referenzspannung über eine Zeitspanne von 60 s. Nach Ablauf der Zeit wird der über diese 60 s ermittelte Wert angezeigt.

1:Filter
In diesem Menü wird die Anzahl der Messwerte zur gleitenden Mittelwertbildung ausgewählt. OFF wird für die direkte Anzeige des Messwertes verwendet. Wird ein Wert größer 1 eingestellt, wird diese Anzahl an Messwerten zur Mittelwertbildung benutzt. Mit jedem neuen ermittelten Messwert wird der älteste Messwert verworfen und der Mittelwert neu berechnet.
(siehe Gerätekonzept: Gleitender Mittelwert).
OFF (Default nach Einschalten Netzspannung)
2
4
8
16

2:Temp
In diesem Menü wird die Einheit für die Temperaturmessung ausgewählt.
Grad Celsius (°C)
Grad Fahrenheit (°F)
Die zuletzt eingestellte Einheit wird nach Zuschalten der Netzversorgung verwendet.

3:Sensor
Hier erfolgt die Auswahl des verwendeten Temperaturfühlers. Nach Einschalten der Netzspannung und Auswahl vom Menü **3:Sensor** während eine andere Messfunktion als die Temperaturmessung eingestellt ist, wird als default PT100 als Messfühler angezeigt. Wird nun ein Thermo-Elementfühler gewählt, springt nach Übernahme des Wertes das HM8112-3 in die Messfunktion **ϑTH** ⑮.
Ebenso springt nach Auswahl eines PT-Fühlers das Gerät in die Messfunktion **ϑPT** ⑬.
Der zuletzt eingestellte Fühlertyp bleibt auch nach Wegschalten der Netzspannung im Gerät gespeichert.

- K-TYP (Default nach Einschalten Netzspannung) Thermoelement NiCr-Ni
- J-TYP Thermoelement Fe-CuNi
- PT1000 Platinwiderstandssensor mit R_0 = 1000 Ω
- PT100 (Default nach Einschalten Netzspannung) Platinwiderstandssensor mit R_0 = 100 Ω

Comp
Bei Messungen mit Thermoelementen muss eine Referenzstelle mit bekannter Temperatur definiert sein. Diese Referenztemperatur wird dem HM8112-3 vorgegeben. Dazu gibt es drei Möglichkeiten:

a) Comp Ext/Ice
Als Referenz dient eine externe bekannte Temperaturmess-Stelle, ein Eisbad oder eine andere Referenz mit 0 °C. Das Thermo-Element ist mit dem geschlossenen Ende an der Mess-Stelle und mit dem offenen Ende im Eisbad angebracht. Vom offenen Ende des Thermo-Elements kann dann mit normalen Messleitungen weiter zum HM8112-3 gefahren werden.

b) Comp PT-Front
Als Referenz für die Messung mit Thermoelement dient die mit einem Platinmessfühler gemessene Temperatur. Werden über einen Messstellenumschalter mehrere Thermoelemente mit dem HM8112-3 verbunden, würde für jedes Thermoelement der Aufwand mit dem Eisbad notwendig sein. So wird jedoch als Referenz die Umgebungstemperatur oder auch eine Quelle mit fester Temperatur verwendet (z.B. Eisbad, beheizte Referenz). Wird mit MENU das Untermenu **PT-Front** gewählt, öffnet sich die Messfunktion **ϑPT**. Hier wird gewählt, ob die Messung als 2-Draht oder als 4-Drahtmessung erfolgt. Dann wird die Referenztemperatur mit dem Platinsensor gemessen und durch Betätigen von MENU vom HM8112-3 übernommen. Bei der 2-Drahtmessung kann der PT-Fühler zusammen mit dem Thermoelement angeschlossen bleiben. Bei der 4-Dahtmessung wird er entfernt und durch den Anschluss zum Thermoelement ersetzt.

c) Comp 23 °C/°F
Als Referenz wird eine Temperatur von 23 °C vorgegeben. Bei Messungen hoher Temperaturen ist der auftretende Messfehler bei Abweichung der Referenztemperatur vernachlässigbar, sofern das offene Ende des Thermoelementes auf Niveau der Umgebungstemperatur liegt. Die Umgebungstemperatur sollte dann im Bereich um die 23 °C liegen.

4:Info
In diesem Menü sind allgemeine Gerätefunktionen abrufbar:
Version: Die Revisionsnummer der Gerätesoftware anzeigen.
Ser-Nr: Die Seriennummer des Gerätes wird angezeigt.
Cal Date: Das Datum der letzten Kalibrierung wird angezeigt.

5:Math
Verschiedene Eigenschaften der Messwerte auswerten
OFF Das Menü 5:Math ist ausgeschaltet
Lo Limit Der untere Grenzwert.
Bei Unterschreiten des Messwertes von Lo Limit erfolgt eine akustische Warnung und Anzeige von „Lo Limit" im Display.

Hi Limit — Der obere Grenzwert. Bei Überschreiten des Messwertes von Hi Limit erfolgt eine akustische Warnung und Anzeige von „Hi Limit" im Display.

Offset — Ein Offsetwert kann für alle Messfunktionen ⑥ bis ⑮ eingestellt werden.

a) Offsetwert an den Anschlussbuchsen anlegen
b) Menü 5:Math auswählen
c) Mit △ ㉓ das Untermenü OFFSET auswählen
d) Mit MENU ⑱ das Untermenü öffnen, der angelegte Offsetwert wird im Display angezeigt
e) Mit MENU ⑱ den Offsetwert übernehmen
f) Rücksprung zur Messfunktion, als Messwert wird 0,00..., die Maßeinheit und „Os" im Display angezeigt.
g) Jetzt die eigentliche zu messende Größe an das Gerät anschließen. Dies wird nun mit dem zuvor eingestellten Offset verrechnet und angezeigt.

Um den eingestellten Offset zu löschen:

a) Menü 5:Math auswählen
b) Mit △ ㉓ das Untermenü „Off" auswählen
c) Mit MENU ⑱ übernehmen, Rücksprung zur Messfunktion, der Messwert ohne Offset wird im Display angezeigt.

oder

d) Eine andere Messfunktion aufrufen. Der Offset wird bei Verlassen der Messfunktion nicht gespeichert.

6:Logger

Verschiedene Eigenschaften der Messwerte auswerten

Start — Die Messreihe wird gestartet. Entsprechend der in **0:Time** eingestellten Messrate wird alle **xx** Sekunden ein Messwert erfasst und gespeichert.

Stop — Die Messreihe wird gestoppt

Dump — Die Messreihe wird am Display angezeigt. Mit jedem Betätigen von ENTER wird ein um der andere Messwert der Datenreihe am Display ausgegeben.

7:COM

In diesem Schnittstellenmenü ist die Auswahl der Übertragungsrate möglich. Es sind 9.600 Baud oder 19.200 Baud wählbar. Die restlichen Schnittstellenparameter sind fest eingestellt.

Schnittstellenparameter (einstellbar)

Rs Off	Default Schnittstelle ausgeschaltet
Rs19200	Baudrate auf 19200 Baud
Rs 9600	Baudrate auf 9600 Baud

Schnittstellenparameter (fest)

N	kein Paritätsbit
8	8 Datenbits
1	1 Stopbit
Xon-Xoff	Xon-Xoff

Pro übertragenes Zeichen wird 1 ms Zeit benötigt. Wird die Messzeit RATE auf 0,01 sec eingestellt, muss die Baudrate 19.200 gewählt sein.

8:Cal

Dieser Bereich ist passwort-geschützt. Um exakte Messungen zu garantieren, ist das Multimeter HM 8112-3 werkseitig kalibriert worden. Kalibrierungen dürfen nur mit Hilfe genauer Referenzquellen durchgeführt werden. Hierzu kann ggf. das Passwort bei der Fa. HAMEG Instruments GmbH (Tel.: 06182-800-500 oder per E-Mail: service@hameg. de) angefordert werden.

Wichtig: Mit Erhalt des Passworts erlischt die Gewährleistung der Fa. HAMEG Instruments GmbH hinsichtlich der Einhaltung der technischen Daten des Geräts.

9:Mux

Für eine spätere Implementierung eines Scanners/Mess-Stellenumschalters vorgesehen!

Mess-Eingänge

Zum Anschluss der Messsignale besitzt das HM8112-3 auf der Frontplatte vier Sicherheitsbuchsen. Je nach eingestellter Messfunktion sind die aktiven Sicherheitsbuchsen beleuchtet.

Generell sind die Frontbuchsen über geeignete Sicherheitsstecker anzuschließen und die entsprechenden Sicherheitsbestimmungen zu beachten.

Beim Anlegen von berührungsgefährlichen Spannungen an die Eingangsbuchsen ㉔ und ㉖ müssen alle diesbezüglichen Sicherheitsvorschriften beachtet werden!
Gleichspannung ist erdfrei zu machen!
Wechselspannung ist mit einem Schutztrenntrafo erdfrei zu machen!

Achtung!
Spannungen, die einen der folgenden Werte überschreiten, werden als berührungsgefährlich angesehen:
1. 30 Volt Effektivwert
2. 42,4 Volt Spitzenwert
3. 60 Volt Gleichspannung

Das Anlegen höherer Spannungen darf nur durch Fachkräfte erfolgen, die mit den damit verbundenen Gefahren vertraut sind! Die diesbezüglichen Sicherheitsvorschriften sind unbedingt zu beachten!

㉓ V / SENSE (4mm Sicherheitsbuchse)
Zum Anschluss der Messkabel für
- Spannungsmessung
- Frequenzmessung
- 4-Draht-Widerstandsmessung (SENSE-Leitung)
- Temperaturmessung mit Thermoelement
- 4-Draht-Temperaturmessung mit PT-Temperaturfühler (SENSE)

Die maximale Spannung von HI gegen das Gehäuse (Schutzleiter) darf 850 V_{peak} oder 600 V_{DC} betragen!

Die maximale Spannung von LO gegen das Gehäuse (Schutzleiter) darf 250 V_{rms} betragen!

㉔ A / SOURCE (4mm Sicherheitsbuchse)
Zum Anschluss der Messkabel für:
- Strommessung, max. 1 Ampere
- 2-Draht-Widerstandsmessung
- 4-Draht-Widerstandsmessung (SOURCE-Leitung)
- 4-Draht-Temperaturmessung mit PT-Temperaturfühler SOURCE-Leitung
- Durchgangsprüfung bis 10 Ω

Der maximale Strom darf 1 A_{eff} betragen!

㉕ LOW (4mm Sicherheitsbuchsen)
Masseanschluss für ㉔ und ㉖. Beide Buchsen sind hoch-ohmig galvanisch miteinander verbunden.

㉗ Sicherung für Messkreis
Mit der im Sicherungshalter befindlichen Sicherung (Zeit-Strom Charakteristik: Superflink (FF)) wird der Messwiderstand geschützt. Dieser Messkreis ist für einen maximal zulässigen Messstrom von 1 Ampere ausgelegt (Sicherungsspezifikation: Superflink (FF)).

Das Auswechseln dieser Sicherung darf nur erfolgen, wenn an den Messkreisanschlüssen keine Spannung anliegt! Ein Reparieren der defekten Sicherung oder das Verwenden anderer Hilfsmittel zum Überbrücken der Sicherung ist gefährlich und unzulässig!

Sicherungswechsel der Messkreissicherung
Die Messkreissicherung ㉓ ist von außen zugänglich. Das Auswechseln der Sicherung darf nur erfolgen, wenn an den Messkreisanschlüssen keine Spannung anliegt! Dazu werden am besten alle Verbindungen zu **V SENSE** ㉔, **Masseanschluss** ㉕ und **A/SOURCE** ㉖ getrennt. Mit einem Schraubendreher mit entsprechend passender Klinge wird die Verschlusskappe des Sicherungshalters vorsichtig gegen den Uhrzeigersinn gedreht. Damit sich die Verschlusskappe drehen lässt, wird diese mit dem Schraubendreher in den Sicherungshalter gedrückt. Die Verschlusskappe mit der Sicherung lässt sich dann einfach entnehmen. Tauschen Sie die defekte Sicherung gegen eine neue Sicherung, vorgeschriebenen Auslösestromes und Typs, aus. Ein Reparieren der defekten Sicherung oder das Verwenden anderer Hilfsmittel zum Überbrücken der Sicherung ist gefährlich und unzulässig. Dadurch entstandene Schäden am Gerät fallen nicht unter die Garantieleistungen.

㉘ Kaltgeräteeinbaustecker mit Netzschalter
Kaltgeräteeinbaustecker zur Aufnahme des Netzkabels mit Kaltgerätekupplung nach DIN 49457.

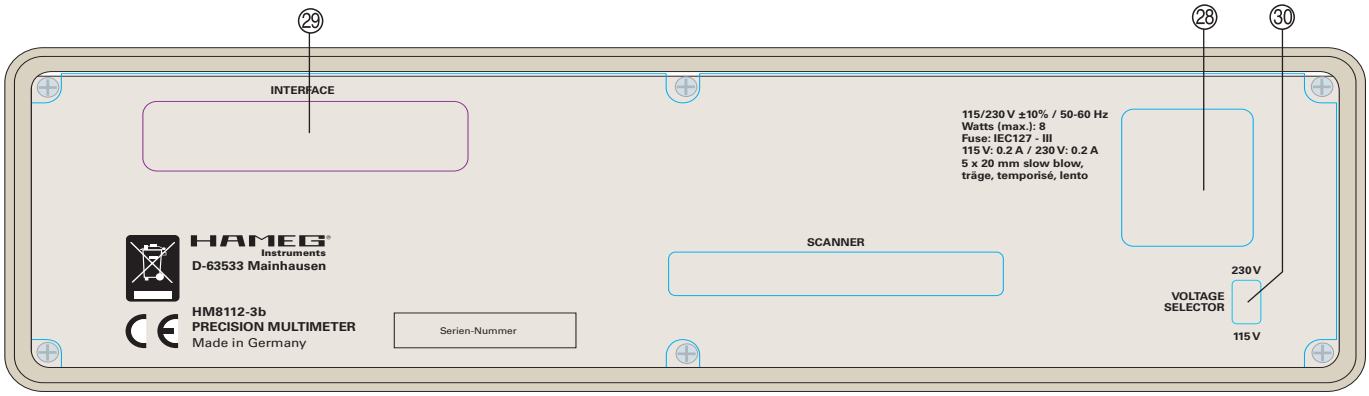
㉙ Interface
Auf der Rückseite des HM8112-3 befindet sich eine RS-232 Schnittstelle, die als 9polige D-Sub Buchse ausgeführt ist. Über diese bidirektionale Schnittstelle kann das HM8112-3 Daten (Befehle) von einem externen Gerät (PC) empfangen und Daten (Messwerte und Parameter) senden.
Optional kann entweder eine IEEE- oder eine USB-Schnittstelle eingebaut werden.

㉚ Netzspannungswahlschalter
Zum Umschalten zur jeweils verfügbaren Netzspannung (115 V oder 230 V).

Fernbedienung

Die serielle Schnittstelle ist als RS-232 Schnittstelle mit einem 9poligen Stecker auf der Rückseite herausgeführt. Die im HM8112-3 verwendete Schnittstelle ist vom Messkreis galvanisch getrennt. (Optionen: USB, IEEE-488)
Das Gerät kann über diese Schnittstellen vom PC aus programmiert werden. Funktionen und Bereiche können geschaltet und Messdaten eingelesen werden, die im Gerät gesammelt wurden.

Durch die 1:1 Verbindung des Schnittstellenkabels wird der Datenausgang des einen Gerätes mit dem Dateneingang des anderen Gerätes verbunden.
Bei PC's mit 25poligem COM-Port wird empfohlen, einen handelsüblichen Adapter von 9polig D-Sub auf 25-polig D-Sub zu verwenden.



Befehlsliste

Die Befehle müssen als Buchstaben- bzw. Ziffern-Zeichenkette im ASCII-Format gesendet werden. Buchstaben können in Groß- und Kleinschreibung gesendet werden.
Abgeschlossen wird jeder Befehl mit CR entspricht Chr (13) bzw. 0x0D oder LF entspricht Chr (10) bzw. 0x0A

Aufbau der Steuerbefehle für das HM8112-3

1. Zeichen	2. Gruppe	3. Zeichen Funktion	4. Zeichen PARAMETER 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	5. Zeichen
		0 VDC	100mV	1V	10V	100V	600V	-	-	-	-	No Change	
		1 VAC	100mV-DC	1V-DC	10V-DC	100V-DC	600V-DC	-	1V-AC	10V-AC	100V-AC	600V-AC	
		2 IDC	0,1mA	1mA	10mA	100mA	1A	-	-	-	-	No Change	
		3 IAC	0,1mA	1mA	10mA	100mA	1A	-	-	-	-	No Change	
		4 OHM 2WIRE	100Ohm	1kOhm	10kOhm	100kOhm	1MOhm	10MOhm	-	-	-	No Change	
	0	**5** OHM 4WIRE	100Ohm	1kOhm	10kOhm	100kOhm	1MOhm	10MOhm	-	-	-	No Change	
		8 FREQ/PERIOD VAC	-	FREQ	PERIOD	-	-	-	-	-	-	-	
		B Diodentest	-	-	-	-	-	-	-	-	-	No Change	
		C Durchgang	-	-	-	-	-	-	10 Ohm	-	-	-	
		D Sensor RTD 2WIRE	-	-	-	Pt100	-	Pt1000	-	-	-	-	
		E Sensor RTD 4WIRE	-	-	-	Pt100	-	Pt1000	-	-	-	-	
		F Sensor TH	-	J	K	-	-	-	-	-	-	-	
		0 AUTO-RANGE	OFF	ON	-	-	-	-	-	-	UP	DOWN	
		1 MEAS-Time	-	10ms	50ms	100ms	500ms	1s	10s	60s	UP	DOWN	
		2 Filter	CONT	2	4	8	16	-	-	-	-	-	
0		**4** Math	OFF	OFFSET	HIGH LIMIT	LOW LIMIT	-	-	-	MAX	MIN	-	**CR**
		6 TRIGGER	AUTO	SINGLE	-	-	-	-	-	-	-	-	oder
	1	**7** ZERO	-	ZERO	-	-	-	-	-	-	-	-	**LF**
		8 Temp	-	-	-	-	°C	°F	-	-	-	-	
		9 Storage	STOP	START	DUMP	SINGLE DUMP	CLEAR	REC. END	REC. EMPTY	STOR FULL	-	-	
		A BUFFER	OFF	ON	DUMP	SINGLE DUMP	CLEAR	AUTO CLEAR	BUF. EMPTY	-	-	-	
		B RECORD NR.	-	1	2	3	4	5	6	8	-->	F	
		C Sensor Comp	EXT/ICE	23°C	FRONT	-	-	-	-	-	-	-	
		F TEST	-	RAM	-	-	RAM GOOD	RAM FAIL	-	-	-	-	
		2 Com	OFF	-	-	9600	19200	-	-	-	-	-	
	2	**C** MESSAGE	-	-	STATE DUMP	STATE OFF	AUTO STATE	CONT STATE	-	-	-	-	
		D ERROR	LENGTH	GROUP 1	GROUP 2	-	-	-	-	-	--> E	GROUP E	
		F Info - data read	REVISION	LAST CAL	SER NUM	LEAD RES	-	-	-	-	-	-	

Schnittstellenparameter RS-232
N, 8, 1, Xon-Xoff
(kein Paritätsbit, 8 Datenbits, 1 Stoppbit, Xon-Xoff)

Baudrate
Die Datenübertragung erfolgt mit 9600 Baud oder 19200 Baud.

Bei Verwendung einer IEEE-Schnittstelle (HO880) muss die Baudrate auf 9600 eingestellt sein.

Datenübertragung

Befehlsaufbau

Ein Steuerbefehl besteht immer aus 5 ASCII-Zeichen:

1. Zeichen: 0
2. Zeichen: Befehlsgruppe (0,1,2,oder E)
3. Zeichen: Funktion zwischen 0 und F
4. Zeichen: Parameter zwischen 0 und F
5. Zeichen: Ende-Zeichen, entweder CR oder LF

- Alle Steuerbefehle werden mit CR oder LF abgeschlossen
- Der Zeichenvorrat besteht aus den Ziffern 0-9, den Buchstaben A-F und CR, LF.
- Die Buchstaben A-F können als Groß- oder Kleinbuchstaben eingegeben werden.
- Die der 0 folgenden Zeichen 2, 3 und 4 werden als Steuerbefehl ausgewertet. Nach der Eingabe eines Befehls muss zur Abarbeitung eine Pause von mindestens 35 ms eingehalten werden. Erst dann sollte der nächste Befehl eingegeben werden.
- Die Eingabe ungültiger Befehle wird mit der Nachricht 02D0 für falsche Nachrichtenlänge oder nicht implementierte Befehls-Gruppen, mit 02D1 für Gruppe 1, mit 02D2 für Gruppe 2 und mit 02DE für Gruppe E beantwortet. Dies hilft bei der Fehlersuche im Steuerprogramm. Diese Fehler-Nachrichten werden sofort nach Auftreten ausgegeben.

Anmerkung zu einigen Befehlen:

0000... 0004	Gleichspannungsmessung, Messbereiche 100 mV bis 600 V
0010... 0014	True RMS mit Gleichanteil
0016... 0019	True RMS ohne Gleichanteil
02C3... 02C5	bei Funktions- oder Bereichswechsel wird die Nachricht über die Schnittstelle gesendet
02F0... 02F3	Hier können Gerätedaten abgefragt werden

TiPP **Durch Betätigen der Taste „LOCAL" kann das Grät in den manuellen Betrieb zurückgesetzt werden.**

Befehlsreferenz

Die **Gruppe 0** steuert alle Messfunktionen. Wurde die Messzeit > 1s eingestellt, wird die Messzeit bei Funktionswechsel auf 1s zurückgesetzt. Bei Bereichswechsel bleibt die Messzeit erhalten. Bereichs- und Funktionswechsel lösen immer einen Filterneustart aus.

Funktion 0-5:
Mit diesem Parameter wird der Messbereich gewählt. Autorange wird abgeschaltet. Der Parameter 9 (No Change) hält die Bereichseinstellung der vorherigen Funktion bei.

Funktion 1:
Es wird mit den Parametern 0 – 4 die Kopplungsart DC und mit den Parametern 6-9 die Kopplungsart AC gewählt.

Funktion 8:
FREQ VAC benötigt einen gültigen Parameter (1 oder 2). Während der Frequenzmessung ist die Spannungsmessung abgeschaltet und somit keine Bereichsautomatik möglich. Es wird der zuletzt in der Funktion VAC eingestellte Bereich übernommen.

Funktion B:
Diodentest mit dem Parameter 9

Funktion C:
Durchgangsprüfung mit dem Parameter 6 (R_{durch} = 10 Ω)

Funktion D und E:
2-Draht- bzw. 4-Draht-Temperaturmessung benötigen den Parameter 3 für PT100 oder 5 für PT1000.

Funktion F:
Temperaturmessung mit Thermoelement benötigt den Parameter 1 für Typ J oder 2 für Typ K.

Die **Gruppe 1** steuert die Messeigenschaften des Gerätes.

Funktion 0 (Autorange)
- **Parameter 0** schaltet die Bereichsautomatik aus.
- **Parameter 1** schaltet die Bereichsautomatik ein.
- **Parameter 8** schaltet den nächst höheren Bereich ein (bis der höchste erreicht ist).
- **Parameter 9** schaltet den nächst niedrigeren Bereich ein (bis der niedrigste erreicht ist).

Funktion 1 (Meas-Time)
- **Parameter 1-7** stellen die Messzeit zwischen 10 ms und 60 s ein. Mit der eingestellten Messgeschwindigkeit werden die Messwerte auf der Schnittstelle ausgegeben.
- **Parameter 8** schaltet die nächst höhere Messzeit ein (bis die höchste erreicht ist).
- **Parameter 9** schaltet die nächst niedrigere Messzeit ein (bis die niedrigste erreicht ist).

Funktion 2 (Filter Length) schaltet ein gleitendes Mittelwertfilter ein.
- **Parameter 0** schaltet das Filter aus.
- **Parameter 1-4** bestimmen die Anzahl der Messwerte, über die der Mittelwert gebildet wird (2, 4, 8, 16).

Funktion 4 (Math Program)
- Parameter 0 schaltet die Mathematik-Funktion aus. Die Bereichsautomatik wird nicht eingeschaltet. Dies muss bei Bedarf durch den Befehl 0101 geschehen. Bei Abschaltung der Min/Max-Funktion am Gerät wird die Bereichsautomatik automatisch eingeschaltet.
- **Mit den Parametern 1 – 3** wird eine Mathematik-Funktion (OFFSET, HIGH LIMIT oder LOW LIMIT) aufgerufen und der letzte ausgegebene Messwert automatisch als Referenzwert übernommen. Erreichen der HIGH LIMIT bzw. LOW LIMIT Grenze löst einen Dauer-Beep des Gerätes aus. Auf der Schnittstelle wird 999999.9 ausgegeben.
- **Parameter 7 und 8** schalten die Max/Min-Funktion ein. Die Bereichsautomatik wird ausgeschaltet.

Funktion 6 legt die Art der Messwert-Triggerung fest.
- Parameter 0 schaltet die automatische Triggerung ein. Das heißt, dass jeder neue Messwert automatisch nach der eingestellten Messzeit (011X) ausgegeben wird.

– **Parameter 1** schaltet die Einzeltriggerung ein. Jeder Befehl 0161 löst die Ausgabe genau einer Messung aus. Bufferbetrieb und Messwertspeicherung werden nicht beeinflusst. Die Einzeltriggerung legt auch keine zusätzlichen Messwerte im Buffer oder Messwertspeicher ab.

Funktion 7 (Zero) aktiviert den Nullabgleich.
– **Parameter 1** veranlasst, dass der nächste Messwert als Nullpunktkorrektur interpretiert wird und im E2PROM nichtflüchtig gespeichert wird.

Funktion 8 (Result) legt das Ergebnis-Ausgabeformat fest.
– **Parameter 4 und 5** schalten für die Temperaturmessung die Ergebnissausgabe zwischen °C und °F um.

Funktion 9 (Storage) steuert den Messwertspeicher. Einzeltriggerung (0161) und Bufferbetrieb (01A1) beeinflussen nicht den Speicherbetrieb. Der Messwertspeicher kann unabhängig beschrieben und gelesen werden.
– **Parameter 0** stoppt die Messwertspeicherung.
– **Parameter 1** startet die Speicherung. Es wird automatisch von 1 beginnend der nächste freie Speicherplatz belegt (maximal 15). Im Header des Messwertspeichers werden Funktion, Bereich und Messzeit gespeichert.
– **Parameter 2** gibt, nachdem vorher ein Messwertspeicher mit dem Befehl 01BX (zwingend erforderlich) ausgewählt wurde, alle Messwerte dieses Messwertspeichers nacheinander aus. Die Ausgabe wird auch nicht durch neue, aktuelle Messergebnisse unterbrochen. Soll ein Messwertspeicher wiederholt ausgelesen werden, muss jedes mal zu Beginn mit dem Befehl 01BX der Messwertspeicher angewählt werden.
– **Parameter 3** gibt, nachdem vorher ein Messwertspeicher mit dem Befehl 01BX (zwingend erforderlich) ausgewählt wurde, jeweils den nächsten Messwert (vom ersten beginnend) aus. Mit diesem Befehl kann die Geschwindigkeit der Speicherausgabe kontrolliert werden.
– **Parameter 4** löscht den gesamten Messwertspeicher.
– **Parameter 5 bis 7** sind Gerätenachrichten. 0195 signalisiert bei der Speicherausgabe das Ende eines Messwertspeichers. 0196 meldet, dass ein durch 01BX ausgewählter Messwertspeicher leer ist. 0197 meldet, dass entweder alle 32000 Speicherplätze besetzt sind oder dass alle 15 Records belegt sind.

Funktion A (Buffer) steuert den Messwert-Buffer. Messwerte werden nicht mehr automatisch über die Schnittstelle ausgegeben, sondern in einem Ringspeicher werden die letzten 15 Messwerte gespeichert. Werden die Messwerte nicht durch die Befehle 01A2 oder 01A3 ausgelesen, wird immer der älteste Messwert überschrieben. Ist die Auto-Statusfunktion eingeschaltet, wird die Ausgabe der Status-Nachrichten gesperrt und sie gehen verloren (siehe auch Befehl 02C4 und 02C5). Ohne Aufforderung (01A2 oder 01A3) werden keine Nachrichten vom Gerät gesendet.
– **Parameter 0** schaltet den Buffer aus.
– **Parameter 1** schaltet den Buffer ein.
– **Parameter 2** gibt nacheinander alle im Buffer gespeicherten Messwerte aus. Wenn der letzte Messwert ausgegeben ist, wird dies mit der Nachricht 01A6 (Buffer Empty) quittiert.
– **Parameter 3** gibt den ältesten im Buffer vorhandenen Messwert aus. Wenn der letzte Messwert ausgegeben ist, wird dies mit der Nachricht 01A6 (Buffer Empty) gemeldet.
– **Parameter 4** löscht den Buffer. Dies ist nach einem Bereichs- und Funktionswechsel notwendig, da anhand der Messergebnisse nicht immer eine sichere Zuordnung der im Buffer befindlichen Messwerte möglich ist. Dasselbe gilt auch für andere Parameteränderungen wie Messzeit, Filter etc.
– **Parameter 5** löscht den Buffer automatisch nach Befehlen der Gruppe 0 sowie nach den Befehlen 0108 und 0109. Diese Funktion wird durch den Befehl 01A4 abgeschaltet.
– **Parameter 6** ist eine Gerätenachricht und meldet, dass der Buffer leer ist.

Funktion B (Record Nr.)
– **Parameter 1 bis F** wählen einen Messwertspeicher aus, der dann durch Storage Dump 0192 oder Storage Single Dump 0193 ausgelesen werden kann. Die Funktion 01BX sendet eine Nachricht mit dem Header des gewählten Messwertspeichers in der Form 0XX für Funktion und Bereich der Aufzeichnung und 011X für die Messzeit Ist ein angewählter Messwertspeicher leer, wird die Nachricht 0196 gesendet. Die Nummern der Messwertspeicher werden bei der Aufzeichnung automatisch, mit 1 beginnend, vom Gerät vergeben.

Funktion C (Temp Comp) stellt die Vergleichsstellenkompensation bei Temperaturmessungen mit Thermodrähten ein.
– **Parameter 0** kompensiert eine Vergleichsstelle mit 0°C.
– **Parameter 1** (23°C) nimmt eine Vergleichsstellentemperatur von 23°C an.
– **Parameter 2** (FRONT) verwendet die zuletzt mit einem PT100 bzw. PT1000 Fühler (2- oder 4-Draht) ermittelte Temperatur zur Kompensation. Bei Verwendung eines 2-Draht-Temperaturfühlers können gleichzeitig PT-Fühler und Thermodraht angeschlossen werden und bei Bedarf zwischen den Fühlern hin- und hergeschaltet werden.

Funktion F (Test)
– **Parameter 1** löst einen nicht Daten zerstörenden RAM-Test des Messwertspeichers aus. Nach Ablauf des Tests wird das Ergebnis entweder mit der Nachricht 01F4 (RAM GOOD) oder 01F5 (RAM FAIL) ausgegeben.

Die **Gruppe 2** stellt die Schnittstelle und diverse Nachrichten ein. Ist eine IEEE-Schnittstelle (HO880) eingebaut, muss die Baudrate 9600 Baud betragen.

Funktion 2 dient zur Einstellung der Baudrate. Diese wird im EEPROM abgespeichert (default 9600).
– **Parameter 0** schaltet den Sendebetrieb ab.
– **Parameter 3** stellt die Baudrate 9600 ein und schaltet den Sendebetrieb ein. Diese Baudrate ist für Messzeiten bis 50 ms geeignet.
– **Parameter 4** stellt die Baudrate 19200 ein und schaltet den Sendebetrieb ein. Diese Baudrate muss bei 10 ms Messzeit und Ergebnisausgabe über die Schnittstelle eingestellt werden.

Funktion C (Message) liefert Status-Informationen des Gerätes.
– **Parameter 2** liefert den kompletten Status des Gerätes. Es werden nacheinander Nachrichten der Gruppe 0 und der Gruppen 11 bis 15 ausgegeben. Die Gerätezustands-Nachrichten 0197, 0198 und 01A6 werden ausgegeben, wenn sie aktiv sind. Der Befehl 02C2 wird mit folgender Zeichenkette beantwortet:

Antwort		PARAMETER	
00XX	Messfunktionen	0-6, 9	Bereiche und Sensoren
010X	Bereichsautomatik	0,1	Off oder On
011X	Messzeit	1-7	10 ms bis 60 s
012X	Filter-Länge	0-4	Off, 2 bis 16
014X	Mathematik Programm	0-3,7,8	Off, Offset, High Limit, Low Limit, Max, Min

016X	Trigger-Art	0,1	einzeln oder automatisch
018X	Temperaturdimension	4,5	°C oder °F
019X	Messwertspeicher	0,1	Off oder On
019X	Messwertspeicher	7	Voll
019X	Messwertspeicher	8	Einzelwert-Speicherung
01AX	Messwertbuffer	0,1	Off oder On
01AX	Messwertbuffer	5	Auto Clear eingeschaltet
01CX	Temperatur-kompensation	0,1,2	Extern, 23° oder PT-Temperatur-messung

- **Parameter 3** schaltet die Auto-Statusfunktion (02D4) und die kontinuierliche Statusfunktion(02D5) aus.
- **Parameter 4** schaltet die Auto-Statusfunktion ein. Die kontinuierliche Statusfunktion wird (falls aktiv) ausgeschaltet. Bei Eingabe über die Schnittstelle werden alle Befehle der Gruppen 0 und 1 sofort, asynchron zu den Messwerten, durch Echo auf der Schnittstelle quittiert. Die Eingabe nicht implementierter Befehle wird mit der Nachricht 02DX beantwortet (Hilfe bei der Fehlersuche im Steuerprogramm). Folgende Nachrichten, ausgelöst durch Bedienung der Tastatur oder verursacht durch das Geräte-Programm (z. B. Messwertspeicher voll, Bereichsautomatik) werden unmittelbar nach Entstehen ausgegeben:
  00XX, 0100, 0101, 0111-7, 0120-4, 0140, 0147, 0148, 0182-5, 0190, 0191, 0198, 01C1, 01C2
- **Parameter 5** schaltet die kontinuierliche Statusfunktion ein. Die Auto-Statusfunktion wird (falls aktiv) ausgeschaltet. Nach jedem Messergebnis wird die aktuelle Funktion und der aktuelle Bereich im Format 00XX ausgegeben. Danach folgt die Angabe der Messzeit im Format 011X. Eine durch eine Zustandsänderung des Gerätes ausgelöste Nachricht der Gruppe 1 wird gespeichert und an Stelle der Messzeit synchron mit dem nächsten Messwert ausgegeben. Entsteht mehr als eine Nachricht der Gruppe 1 durch Bedienung der Tastatur oder verursacht durch das Geräte-Programm (z. B. Messwertspeicher voll, Bereichsautomatik) innerhalb eines Messzyklus, überschreiben diese sich gegenseitig. Nur die letzte Nachricht wird mit dem nächsten Messergebnis ausgegeben. Bereichs- und Funktionswechsel, die direkt am Gerät vorgenommen wurden, können mehrere Nachrichten der Gruppe 1 auslösen. Deswegen wird nur der Zustand der Bereichsautomatik ausgegeben und Nachrichten, die Änderungen der Funktionen Max/Min und den Messwertspeicher betreffen, unterdrückt (dies gilt nicht für die Befehlseingabe über die Schnittstelle). Diese Zustandsänderungen können folgender Tabelle entnommen werden:

	Max/Min	Messwertspeicher
Bereichswechsel	Neustart	aus
Funktionswechsel	aus	aus

Eine vollständige Information über den Gerätezustand erhält man über den Befehl 02C2.

Die Auto-Statusfunktion hat folgendes Ausgabeformat:

+/-X.XXXXXX	Messergebnis mit Vorzeichen
0XX	Funktion und Bereich
XX	Gruppe 1 Nachricht

Folgende Nachrichten der Gruppe 1 werden ausgegeben: 0100, 0101, 0111-7, 0120-4, 0140-143, 0147, 0148, 0184-5, 0190, 0191, 0198, 01C0-1C2

Bei aktivem Bufferbetrieb (01A1) bleibt die Auto-Statusfunktion aktiv und Funktion, Bereich und die Nachricht der Gruppe 1 werden mit dem Messwert im Ringspeicher abgelegt. Die Beschreibung der Auto-Statusfunktion bleibt vollständig gültig. Befehle der Gruppe 0 und Gruppe 1 werden quittiert, d.h. erst nach ihrer Ausführung wird eine Nachricht ausgegeben. Diese Quittungen können für einen Handshake verwendet werden, der zusätzliche Wartezeiten überflüssig macht.

Funktion F (Data) erlaubt die Abfrage von Gerätedaten.
- **Parameter 0** veranlasst die Ausgabe der 6-stelligen Software-Revisionsnummer (XXXXXX).
- **Parameter 1** veranlasst die Ausgabe des Kalibrierdatums im Format TTMMJJ.
- **Parameter 2** veranlasst die Ausgabe der Seriennummer des Gerätes.
- **Parameter 3** veranlasst die Ausgabe der Zuleitungswiderstandskompensation in mΩ für die 2-Draht-PT100-(PT1000)-Temperaturmessung.

CE

Hersteller / Manufacturer / Fabricant HAMEG Instruments GmbH, Industriestraße 6, D-63533 Mainhausen

KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE

HAMEG Instruments

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformite du produit

Bezeichnung / Product name / Designation:
Präzisions-Multimeter
Precision-Multimeter
Multimétre de précision

Typ / Type / Type: **HM8112-3**

mit / with / avec: **–**

Optionen / Options / Options: **–**

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes

EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG
EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC
Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG
Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC
Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées

Sicherheit / Safety / Sécurité
EN 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)

Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II

Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique

EN 61326-1/A1 Störaussendung / Radiation / Emission:
Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.

Störfestigkeit / Immunity / Imunitee: Tabelle / table / tableau A1.

EN 61000-3-2/A14 Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique:
Klasse / Class / Classe D.

EN 61000-3-3 Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.

Datum /Date /Date
01.12.2004

Unterschrift / Signature /Signatur

G. Hübenett
Produktmanager

General remarks regarding the CE marking

HAMEG measuring instruments comply with the EMI norms. Our tests for conformity are based upon the relevant norms. Whenever different maximum limits are optional HAMEG will select the most stringent ones. As regards emissions class 1B limits for small business will be applied. As regards susceptability the limits for industrial environments will be applied.

All connecting cables will influence emissions as well as susceptability considerably. The cables used will differ substantially depending on the application. During practical operation the following guidelines should be absolutely observed in order to minimize EMI:

1. Data connections

Measuring instruments may only be connected to external associated equipment (printers, computers etc.) by using well shielded cables. Unless shorter lengths are prescribed a maximum length of 3 m must not be exceeded for all data interconnections (input, output, signals, control). In case an instrument interface would allow connecting several cables only one may be connected.

In general, data connections should be made using double-shielded cables. For IEEE bus connections the double-shielded HAMEG cables HZ72S and HZ72L are suitable.

2. Signal connections

In general, all connections between a measuring instrument and the device under test should be made as short as possible. Unless a shorter length is prescribed a maximum length of 3 m must not be exceeded, also, such connections must not leave the premises.

All signal connections must be shielded (e.g. coax such as RG58/U). With signal generators double-shielded cables are mandatory. It is especially important to establish good ground connections.

3. External influences

In the vicinity of strong magnetic or/and electric fields even a careful measuring set-up may not be sufficient to guard against the intrusion of undesired signals. This will not cause destruction or malfunction of HAMEG instruments, however, small deviations from the guranteed specifications may occur under such conditions.

HAMEG Instruments GmbH

Deutsch 3
English 34

Decleration of Conformity 34

General remarks regarding the CE marking 34

6½-Digit Precision-Multimeter HM8112-3 36

Specifications 37

Important hints 38
Symbols 38
Unpacking 38
Positioning 38
Transport 38
Storage 38
Safety instructions 38
CAT II 38
Proper operating conditions 39
Warranty and Repair 39
Maintenance 39
Mains voltage 39
Line fuse 39
Power switch 39

Control-Elements 40

Concept of the HM8112-3 41
Reference 41
Integrated AD converters 41
Moving average 41
Measurement of alternating values 41

Introduction to the operation of the HM8112-3 41
Factory settings 41

Control elements and displays 42
Buttons for the various measurement functions 42
Continuity test 44
Max / Min values 44
Range selection 44

Menu structure 45
Menu prompting 46
Menu structure and function 47

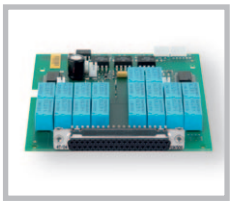
Measurement inputs 48

Remote Operation 49

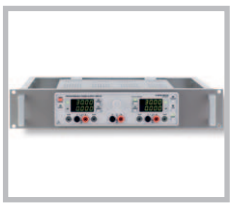
Data communication 50
Layout of commands 50
Comand reference 50
Listing of commands 52

6½-Digit Precision Multimeter HM8112-3

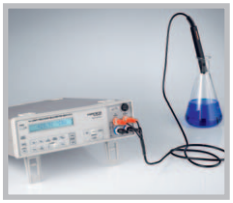
HO112 Scanner Card



HZ42 19" Rackmount kit 2RU



Precise temperature measurement with sensor



6½-digit display (1,200,000 counts)

Resolution 100 nV, 100 pA, 100 µΩ, 0.01 °C/F

DC basic accuracy 0.003 %

2-wire/4-wire measurements

Measurement intervals adjustable from 0.1 to 60 sec.

Up to 100 measurements transmitted to PC per second

True RMS measurement, AC+DC and AC

Offset correction

RS-232 Interface, optional: USB, IEEE-488

Optional: Scanner Card (8 Channels)

RS-232 optional IEEE-488 optional USB

6½-Digit Precision Multimeter HM8112-3

Valid at 23 °C after a 30 minute warm-up period

DC specifications

Ranges:	0.1 V; 1 V; 10 V; 100 V; 600 V
Input impedance	
0.1 V, 1.0 V:	› 1 GΩ
10 V, 100 V, 600 V:	10 MΩ
Accuracy:	Values given are in ±(% of reading (rdg.) + % of full scale (f.s.))

Range	1 year; 23 ± 2° C %rdg.	%f.s.	Temp. coefficient 10...21° C + 25...40° C
0.1 V	0.005	0.0006	0.0008
1.0 V	0.003	0.0006	0.0008
10.0 V	0.003	0.0006	0.0008
100.0 V	0.003	0.0006	0.0008
600.0 V	0.004	0.0006	0.0008

Integration time:	0.1 sec	1 to 60 sec
Display range:	120.000 digit	1,200.000 digit
600 V range:	60.000 digit	600.000 digit
Resolution:	1 µV	100 nV
Zero point		
Temperature drift:	better than 0.3 V/° C	
Long-term stability:	better than 3 µV for 90 days	

AC specifications

Measurement ranges:	0.1 V; 1 V; 10 V; 100 V; 600 V
Measurement method:	true rms DC or AC coupled (not in 0.1 V range)
Input impedance:	
0.1 V, 1 V:	1 GΩ II ‹ 60 pF
10 V, 100 V, 600 V:	10 MΩ II ‹ 60 pF
Response time:	1.5 sec to within 0.1 % of reading

Accuracy: For sine wave signals › 5 % of full scale.
Values given are in ± (% of reading + % of full scale); 23 ± 2° C for 1 year

Range	20 Hz-1 kHz	1-10 kHz	10-50 kHz	50-100 kHz	100-300 kHz
0.1 V	0.1+0.08	5+0.5 (5kHz)			
1.0 V	0.08+0.08	0.15+0.08	0.3+0.1	0.8+0.15	7+0.15
10.0 V	0.08+0.08	0.1+0.08	0.3+0.1	0.8+0.15	4+0.15
100.0 V	0.08+0.08	0.1+0.08	0.3+0.1	0.8+0.15	
600.0 V	0.08+0.08	0.1+0.08			

Temperature coefficient 10...21° C and 25...40° C; (% rdg. + % f.s.)		
at 20 Hz – 10 kHz:	0.01 + 0.008	
at 10 kHz – 100 kHz:	0.08 + 0.010	
Crest factor:	7:1 (max. 5 x range)	
Integration time:	0.1 sec	1 to 60 sec
Display range:	120.000 digit	1,200.000 digit
600 V range:	600.00 digit	600.000 digit
Resolution:	1 µV	100 nV
Overload protection:		
(V/Ω-HI to V/Ω-LO) and to chassis:		
Measurement ranges:	all	
all the time	850 V_{peak} or 600 V_{DC}	
Maximum input voltage LOW against chassis/safety earth:	250 V_{rms} at max. 60 Hz or 250 V_{DC}	

Current specifications

Ranges:	100 µA; 1 mA; 10 mA; 100 mA; 1 A		
Integration time:	0.1 sec		1 to 60 sec
Display ranges:	120.000 digit		1,200.000 digit
1 A range:	100.000 digit		1,000.000 digit
Resolution:	1 nA		100 pA
Accuracy:	DC	45 Hz – 1 kHz	1 kHz – 5 kHz
(1 year; 23 ± 2 °C)	0.02 + 0.002	0.1 + 0.08	0.2 + 0.08
Temperature coefficient /°C:	10...21° C		25...40° C
(%rdg. + %f.s.)	0.002+ 0.001		0.01+ 0.01
Voltage:	‹ 600 mV to 1.5 V		
Response time:	1.5 sec to within 0.1 % of reading		
Crest factor:	7:1 (max 5 x range)		
Input protection:	fuse, FF 1 A 250 V		

Ranges:	100 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ, 10 MΩ	
Integration time:	0.1 sec	1 to 60 sec
Display ranges:	120.000 digit	1,200.000 digit
Resolution:	1 mΩ	100 µΩ
Accuracy:	Values given are in ± (% of reading + % of full scale)	

Range	1 year; 23 ± 2° C %rdg.	%f.s.	Temp. coefficient /° C 10...21° C	25...40° C
100 Ω	0.005	0.0015	0.0008	0.0008
1 kΩ	0.005	0.001	0.0008	0.0008
10 kΩ	0.005	0.001	0.0008	0.0008
100 kΩ	0.005	0.001	0.0008	0.0008
1 MΩ	0.05	0.002	0.002	0.002
10 MΩ	0.5	0.02	0.01	0.01

Measurement current:	**Range**	**Current**
	100 Ω, 1 kΩ	1 mA
	10 kΩ	100 µA
	100 kΩ	10 µA
	1 MΩ	1 µA
	10 MΩ	100 nA
max. measurement voltage:	approx. 3 V	
Overload protection:	250 V_P	

Temperature measurement

PT100 / PT1000 (EN60751):	2- and 4-wire measurement
Range:	–200° C to + 800° C
Resolution:	0.01° C; measurement current 1 mA
Accuracy:	± (0.05° C + sensor tolerance + 0.08 K)
Temperature coefficient	
10...21° C and 25...40° C:	‹ 0.0018° C/° C
NiCr-Ni (K-type)	
Range:	–270 °C to +1372 °C
Resolution:	0.1 °C
Accuracy:	± (0.7 % rdg. + 0.3 K)
NiCr-Ni (J-type)	
Range:	–210° C to +1200° C
Resolution:	0.1 °C
Accuracy:	± (0.7 % rdg. + 0.3 K)

Frequency and period specifications

Range:	1 Hz to 100 kHz
Resolution:	0.00001 Hz to 1 Hz
Accuracy:	0.05 % of reading
Measurement time:	1 to 2 sec

Interface

Interface:	RS-232 (standard), IEEE-488 or USB (opt.)
Data rate:	9600 or 19200 Baud
Functions:	Control / Data fetch
Inputs:	Function, range, integration time, start command
Outputs:	Measurement results, function, range, integration time (10 ms to 60 sec.)

Miscellaneous

Time to change range or function	
approx. 125 ms with DC voltage, DC current, resistance	
approx. 1 sec with AC voltage, AC current	
Memory:	30,000 readings/128 kB
Safety class:	Safety class I (EN 61010)
Power supply:	105-254 V~; 50/60 Hz
Power consumption:	approx. 8 W
Operating temperature:	+10° to +40° C
Storage temperature:	-40° to +70° C
Max. relative humidity:	‹ 75% (without condensation)
Dimensions (W x H x D):	285 x 75 x 365 mm
Weight:	approx. 3 kg

Accessories supplied: Operator's Manual, power cable, HZ15 PVC test lead, Interface cable
Optional accessories: HZ887 Temperature sensor (PT100; -50° C to + 400° C), HZ42 19" Rackmount kit 2RU, HZ10S/R Silicone test lead, HO870 USB Interface, HO880 IEEE-488 interface, HO890 RS-232 Interface, HO112 Scanner Card

HM8112-3E/170107/ce · Subject to alterations · © HAMEG Instruments GmbH · ® Registered Trademark · DQS-certified in accordance with DIN EN ISO 9001:2000, Reg.-No.: DE-071040 QM

HAMEG Instruments GmbH · Industriestr. 6 · D-63533 Mainhausen · Tel +49 (0) 6182 800 0 · Fax +49 (0) 6182 800 100 · www.hameg.com · info@hameg.com
A Rohde & Schwarz Company

Important hints

(1) (2) (3) (4) (5) (6)

Symbols

Symbol 1: Attention, please consult manual
Symbol 2: Danger! High voltage!
Symbol 3: Ground connection
Symbol 4: Important note
Symbol 5: Hints for application
Symbol 6: Stop! Possible instrument damage!

Unpacking

Please check for completeness of parts while unpacking. Also check for any mechanical damage or loose parts. In case of transport damage inform the supplier immediately and do not operate the instrument.

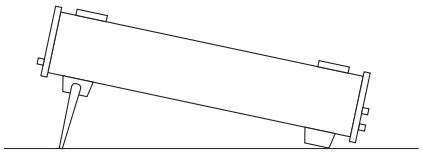
Positioning

Two positions are possible: According to picture 1 the front feet are used to lift the instrument so its front points slightly upward. (Appr. 10 degrees)

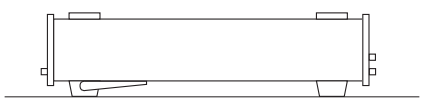
If the feet are not used (picture 2) the instrument can be combined with many other HAMEG instruments.

In case several instruments are stacked (picture 3) the feet rest in the recesses of the instrument below so the instru-ments can not be inadvertently moved. Please do not stack more than 3 instruments. A higher stack will become unstable, also heat dissipation may be impaired.

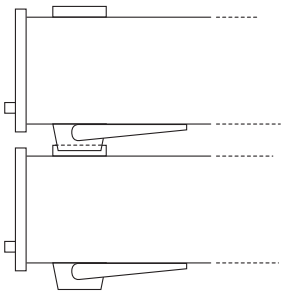
picture 1



picture 2



picture 3



Transport

Please keep the carton in case the instrument may require later shipment for repair. Losses and damages during transport as a result of improper packaging are excluded from warranty!

Storage

Dry indoor storage is required. After exposure to extreme temperatures, wait 2 hr before turning the instrument on.

Safety instructions

The instrument conforms to VDE 0411/1 safety standards applicable to measuring instruments and it left the factory in proper condition according to this standard. Hence it conforms also to the European standard EN 61010-1 resp. to the international standard IEC 61010-1. Please observe all warnings in this manual in order to preserve safety and guarantee operation without any danger to the operator. According to safety class 1 requirements all parts of the housing and the chassis are connected to the safety ground terminal of the power connector. For safety reasons the instrument must only be operated from 3 terminal power connectors or via isolation transformers. In case of doubt the power connector should be checked according to DIN VDE 0100/610.

Do not disconnect the safety ground either inside or outside of the instrument!

- The line voltage of the instrument must correspond to the line voltage used.
- Opening of the instrument is only allowed to qualified personnel
- Prior to opening, the instrument must be disconnected from the line voltage and all other inputs/outputs.

In any of the following cases the instrument must be taken out of service and locked away from unauthorized use:

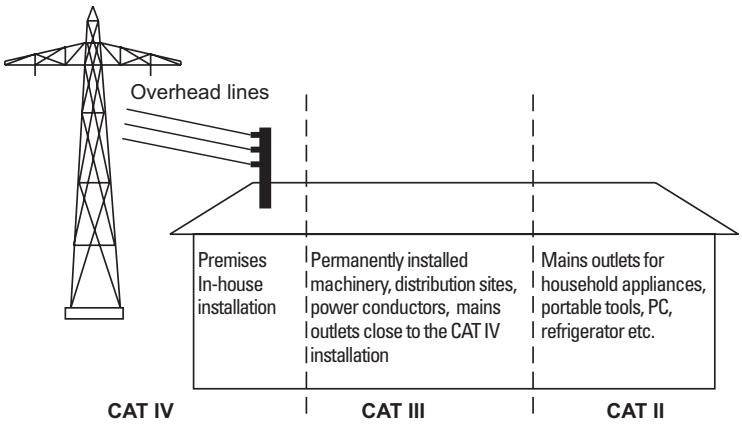
- Visible damage
- Damage to the power cord
- Damage to the fuse holder
- Loose parts
- No operation
- After long term storage in an inappropriate environment, e.g. open air or high humidity.
- Excessive transport stress

CAT II

The following remarks concern only the safety of the user. Other aspects e.g. the maximum input voltage etc. are covered in the specifications section of this manual and are to be observed as well.

Measurements in circuits which are indirectly connected with the mains supply are possible with adequate converters (e.g. clamp-on ammeters) which fulfil at least the requirements of the safety class of the measurement. The measurement category of the converter specified by the manufacturer must be considered.

Measurement categories CAT
The measurement categories were created with respect to the different kind of transients incurred in practice. Transients are short, fast, and fast-rise changes of voltage or current, and



may be periodic or non-periodic. The amplitude of transients increases with decreasing distance from their source.

CAT IV: Measurements at the source of a low voltage supply, e.g. at electricity meters.

CAT III: Measurements inside a building, e.g. at distribution sites, power switches, permanently installed mains outlets, permanently mounted motors etc.

CAT II: Measurements in circuits which are directly connected with the low voltage supply, e.g. household appliances, portable tools etc.

CAT I: Electronic instruments and circuits which contain circuit breakers resp. fuses.

Proper operating conditions

Operation in the following environments: industry, business and living quarters, small industry. The instruments are intended for operation in dry, clean environments. They must not be operated in the presence of excessive dust, humidity, nor chemical vapours in case of danger of explosion.

The maximum permissible ambient temperature during operation is +10 to +40 deg. C. In storage or during transport the temperature limits are: –40 to +70 deg. C. In case of exposure to low temperature or if condensation is suspected, the instrument must be left to stabilize for at least 2 hrs prior to operation.

In principle the instrument may be used in any position, however sufficient ventilation must be ensured. Operation for extended periods of time requires the horizontal or tilted (handle) position.

Nominal specifications are valid after 30 minutes warm-up at 23 deg. C. Specifications without tolerances are typical values taken of average production units.

Warranty and Repair

HAMEG instruments are subjected to a rigorous quality control. Prior to shipment each instrument will be burnt in for 10 hours. Intermittent operation will produce nearly all early failures. After burn in, a final functional and quality test is performed to check all operating modes and fulfilment of specifications. The latter is performed with test equipment traceable to national measurement standards.

Statutory warranty regulations apply in the country where the HAMEG product was purchased. In case of complaints please contact the dealer who supplied your HAMEG product.

Maintenance

The instrument does not require any maintenance. Dirt may be removed by a soft moist cloth, if necessary adding a mild detergent. (Water and 1 %.) Grease may be removed with benzine (petrol ether). Displays and windows may only be cleaned with a moist cloth.

Do not use alcohol, solvents or paste. Under no circumstances should any fluid be allowed to get into the instrument. If other cleaning fluids are used damage to the lacquered or plastic surfaces is possible.

Mains voltage

A main voltage of 115 V and 230 V can be chosen. Please check whether the mains voltage used corresponds with the voltage indicated by the mains voltage selector ㉚ on the rear panel. If not, the voltage has to be changed.

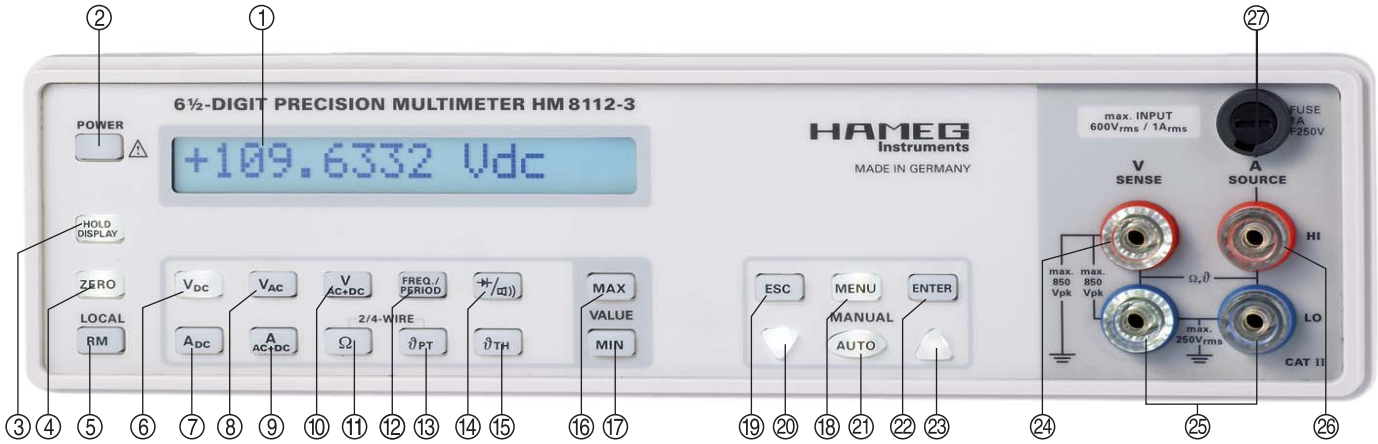
Line fuse

The instrument has 2 internal line fuses: T 0.2 A. In case of a blown fuse the instrument has to be sent in for repair. A change of the line fuse by the customer is not permitted.

Power switch

Normally the power switch ㉘ on the rear panel of the instrument should be stay in "ON" position. If using the Standby-button ② on the front panel, only the controls and the display are turned off. The instrument itselfs stays turned on as long as it is connected to the supply voltage. This has the advantage that the instrument is immediately functional after turn-on. Also the reference voltage source will remain energized, so any drift after turn-on will be eliminated, also its long term drift will be substantially improved. To switch-off the instrument completely, the power switch on the back panel has to be operated.

If the instrument is left unattended for some time, the power switch on the rear panel has to be operated. (Because of safety reasons!)



Control elements

① **DISPLAY** – 16 digit display

② **POWER** – Stand by / ON

③ **HOLD DISPLAY** – storage of the displayed value

④ **ZERO** – 0-compensation of the measuring section

⑤ **RM/LOCAL**-pushbutton – Return to manual mode

⑥ **V_{DC}** – Measurement of DC voltage

⑦ **A_{DC}** – Measurement of DC current

⑧ **V_{AC}** – Measurement of AC voltage with AC coupling

⑨ **A_{AC}** – Measurement of AC current

⑩ **V_{AC+DC}** – Measurement of AC voltage with DC coupling

⑪ **Ω** – Measurement of resistance, 2- and 4-wire

⑫ **FREQ./PERIOD** – Frequency and period measurement with V_{AC}

⑬ **ϑPT** - Measurement of temperature using a PT-sensor, 2- and 4-wire

⑭ **⇥/◖))** - Diode test / Continuity test

⑮ **ϑTH** – Measurement of temperature using a thermocouple, 2-wire

⑯ **MAX** – max. value during a test series

⑰ **MIN** – min. value during a test series

⑱ **MENU** – Call of the menu, acceptance of values entered

⑲ **ESC** – Leaving the menu without acceptance of the values entered

⑳ ▽ – down: Switching to a higher range and scrolling down the menu

㉑ **AUTO** – Activation/Deactivation of the auto range function

㉒ **ENTER** – Special function: Parameter selection in the logger menu

㉓ △ – up: Switching to a lower range and scrolling up the menu

㉔ **V SENSE** – Input for measurements of voltage, frequency, resistance, temperature

㉕ **LO** – Ground connection for inputs ㉔ and ㉔

㉔ **A SOURCE** – Input for current measurement

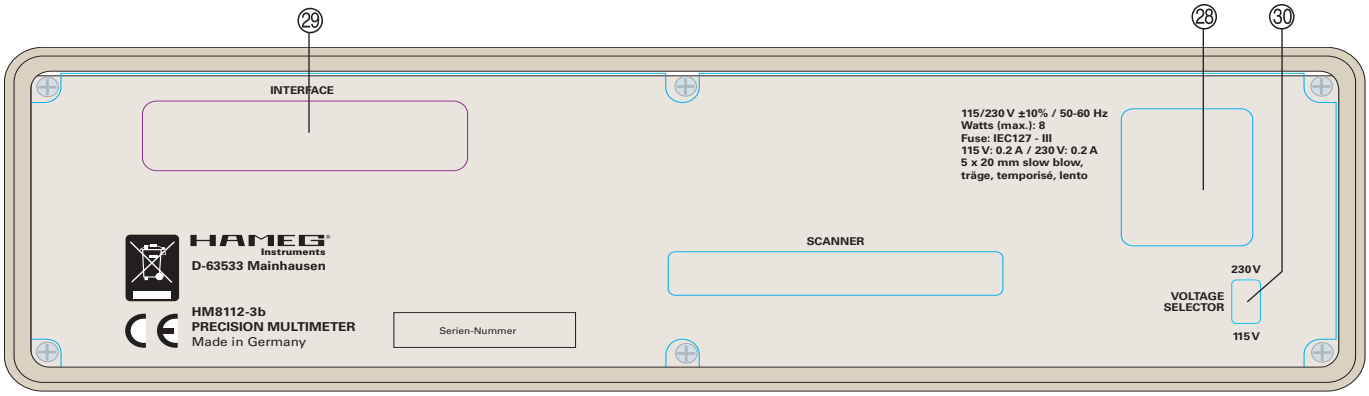
㉗ **FUSE** – 1 A / 250 V (FF) Measuring circuit fuse

Rear panel

㉘ **Power receptacle** with power switch

㉙ **RS-232 Interface** (Option: USB, IEEE-488)

㉚ **Voltage selector** (115 V / 230 V)



Concept of the HM8112-3

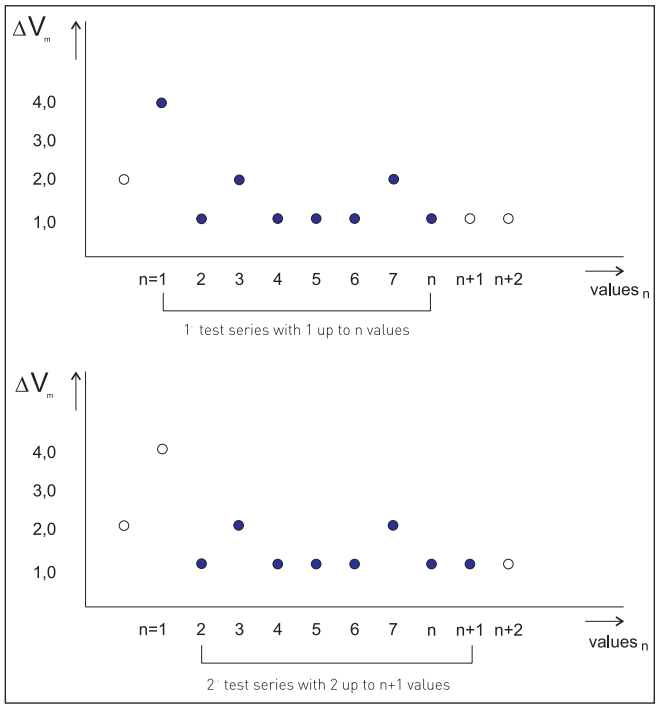
Reference

The integrated AD converter has to be connected to a reference. The characteristics of this reference determine the long term stability of the instrument. The reference of HM8112-3 is therefore a high precision reference device.

Integrated AD converters

Converters applying the multi slope method are used for AD conversion.

Moving average



The value determined by the AD converter could be displayed without prior computations, also the average calculated from n – values could be shown. First of all 1 to n values will be logged. Averaging over these values will be done, and subsequently this average will be displayed. After 120 values the next value n+1 will be quantified by the AD converter. The primary measured value 1 will be abolished and a new average will be calculated from the remaining values (2 to n) and from the new value n+1. This has the advantage that peaks and interferences will be smoothed.

Measurement of alternating values

Frequency, period
Frequency and period are both measured by a pulse-counting circuit. Time base is 1 second. The first falling edge triggers the measurement and starts the counter. For one second every falling edge will trigger a counting pulse. After expiry of this term the measurement circuit will wait for the next zero point. Hence the signal's period is measured. The time will be measured until the next zero point occurs. The measurement result determines the frequency of the signal and the period will be calculated from the frequency. This combined measurement of the number of zero points and of the period of a signal allows the measurement of very small as well as very high frequencies within a reasonable time. Applying of a DC voltage results in a frequency displayed of 0 Hz.

As the period is calculated from the measured frequency division by zero will be made. Therefore the instrument will display „INF" if the period of a DC voltage is measured („INF" = infinity).

RMS rectifier
The AC voltage is measured by a high precision RMS rectifier device. This device gauges a DC voltage proportional to the applied AC voltage. This DC voltage is equivalent to the true RMS value of the AC voltage.

Measurement of the crest factor
For crest factors exceeding 7 an AC voltage or current measurement will be incorrect due to the true RMS converter.

Introduction to the operation of the HM8112-3

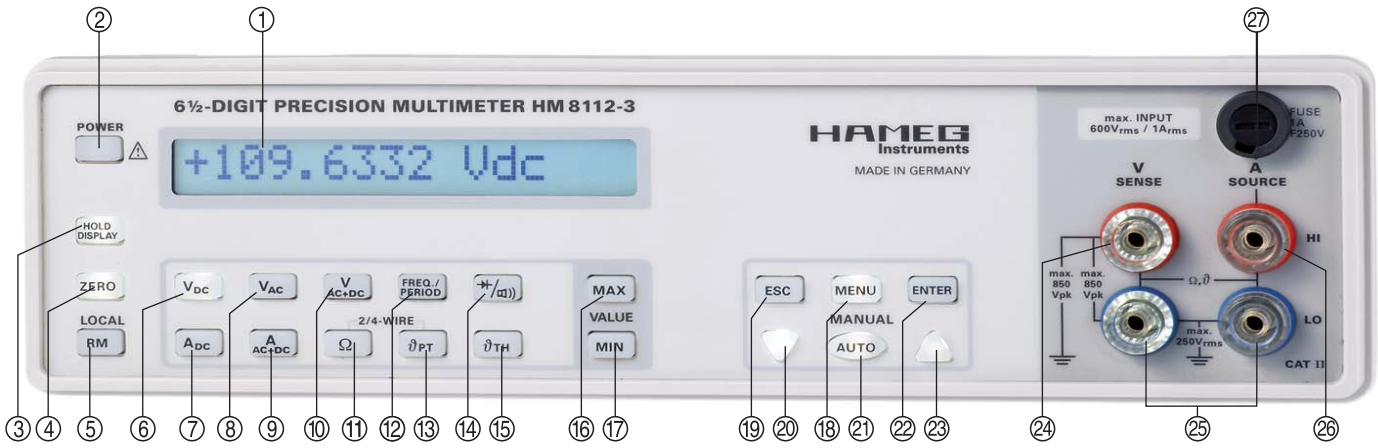
Especially before the first operation please pay attention to the following points:

- The line voltage, indicated on the rear panel of the instrument must correspond to the line voltage used.
- Operation is only allowed from 3 terminal connectors with a safety ground connection or via isolation transformers of class 2.
- No visible damage to the instrument.
- No damage to the line power cord.
- No loose parts in the instrument.

Factory settings

The following values are set by default:

– The measurement range is	10 V_{DC}
– The sampling rate amounts to	100 ms
– The function „1:Filter" is	OFF
– The temperature is displayed in	°C
– The selected temperature sensor is	PT100
– The data logger is	OFF
– The RS-232 interface is	OFF



Control elements and displays

① Display
16 digit display for displaying measurement results, menu selection and menu items.

② POWER
Button for activating standby-function. The controls and the display are turned off. The instrument itself stays turned on as long as it is connected to the supply voltage. This has the advantage that the instrument is immediately functional after turn-on. Also the reference voltage source will remain energized, so any drift after turn-on will be eliminated, also its long term drift will be substantially improved.
To switch-off the instrument completely, the line switch on the back panel has to be operated.

③ HOLD
"Freezing" of the displayed measured value.
By pressing one of the function selection buttons ⑥ to ⑮ or MENU ⑱ the HOLD function is left.

④ ZERO
Zero for DC voltage, DC current, 4-wire-resistance and 2-wire-resistance measurements. The ZERO function is not provided for AC voltage and AC current measurements. Both cables have to be shorted and the ZERO button has to be pressed. This results in elimination of the resistances of the measurement cables, resistances and thermal voltages at the junction of different metals.

Compensation values remain, even after turn-off the instrument. They have to be redetermined if necessary.

The ZERO button is deactivated in the measuring functions ϑPT for PT sensors or ϑTH for thermocouples.

Zero adjustment with temperature measurement

1. With regard to the type of temperature sensor one the following measurement ranges must be chosen:
   PT100 Ω 2 wire / Ω 4 wire 1 kΩ range
   PT1000 Ω 2 wire / Ω 4 wire 10 kΩ range
   Thermocouple V_{DC} 100 mV range
   Whether 2-wire- or 4-wire-measurement has to be selected depends on the PT temperature sensor used.
2. Short the temperature sensor.
3. The ZERO button ④ is to be pressed to compensate for influences within the measurement circuit.
4. After compensation jump to the adequate temperature measurement function by pressing ZERO ④

Some measurement instruments offer an „automatic zero function". This function regularly interrupts the measurement and shorts the input. Then a partial 0-adjustment is made.
The HM8112-3 has no AUTO ZERO function, because the zero adjustment of the complete measurement circuit is very important.

⑤ LOCAL
By sending a command via interface to the HM8112-3 the instrument is set to the remote mode. Remote control is switched off by pressing button LOCAL. The instrument returns to manual mode and can be operated from the front panel.

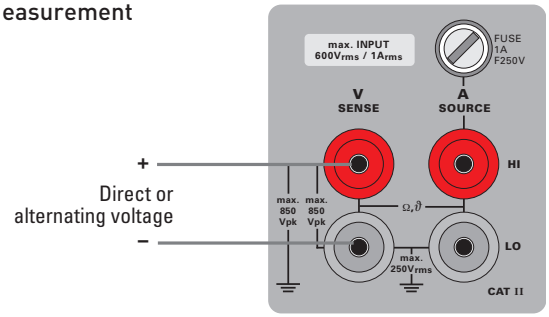
Buttons for the various measurement functions

If the measurement function is changed, the HM8112-3 assumes the sampling rate selected, unless a sampling rate between 10 s and 60 s is chosen. Then changing the measuring function will set the sampling rate automatically to 1 s.

The buttons offering more functions are illuminated. Naturally, other measuring functions can be called up by pressing unlighted buttons.
The terminals are illuminated, too, and indicate the terminals to be used with the corresponding functions.

Voltage Measurement

⑥ V_{DC}



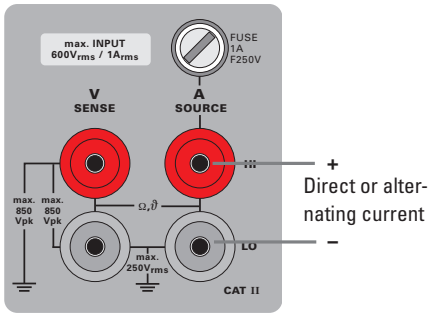
Direct voltage measurement up to 600 V. No auto range function in 100 mV and 1 V ranges.

⑧ V_{AC}
Alternating voltage measurement up to 600 V, true RMS without the DC component. In AC a capacitor is inserted. The input impedance of the HM8112-3 is R_i = 10 MΩ.

⑩ V_{AC+DC}
Alternating voltage measurement up to 600 V, true RMS with DC component. Direct coupling of the circuit to the instrument and using of the same high precision input divider like V_{DC}. The input impedance of the HM8112-3 is 10 GΩ in 100 mV range, 10 MΩ in the other ranges.

Current measurement

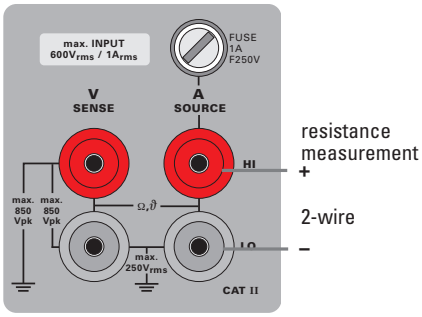
⑦ A_{DC}
Direct current measurement. Auto range function up to and including the range 1 A



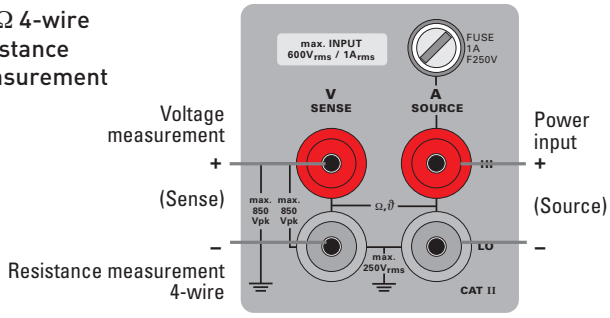
⑨ A_{AC+DC}
Alternating current measurement, true RMS with DC component. Auto range function over the entire range of 1 A.

Resistance measurement
Switching between 2 wire and 4 wire measurement by repeatly pressing Ω-button ⑪. This is shown in the display by „2w" for 2 wire and by „4w" for 4 wire measurement. Additionally the terminals to be used are illuminated. For exact measurements it is necessary to null any offsets by pressing ZERO ④.

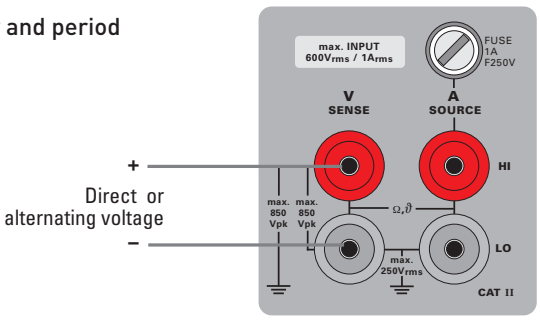
⑪ Ω 2-wire resistance measurement
For compensation of the wiring resistance with 2-wire measurements 100 mΩ is stored by default. This value can be changed via the interface.



⑪ Ω 4-wire resistance measurement



Frequency and period



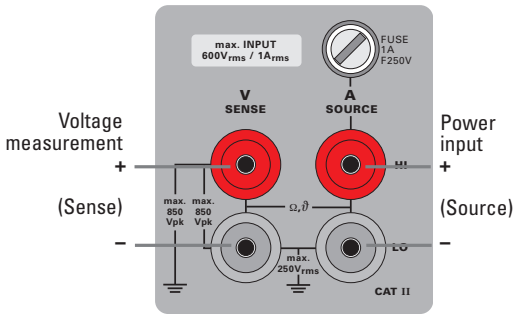
⑫ FREQ./PERIOD
Switching between frequency and period measurement by repeatedly pressing this button. At measurement of DC voltage the display shows "0 Hz" for frequency and "INF" for period measurement (INF = infinity). As the period is calculated from the measured frequency it is a division by zero.

There is no auto range function for frequency and period measurements. That means the range of the V_{AC} measurement is taken. Is necessary to measure the alternating voltage in V_{AC} first and afterwards call up the FREQ./PERIOD function.

Temperature measurement
Switching between 2-wire and 4-wire measurement by repeatedly pressing ϑPT-button ⑬. This is indicated in the display by „2w" for 2-wire and by "4w" for 4-wire measurement. Additionally the terminals to be used are illuminated. For compensation of the wiring resistance at 2-wire measurements 100 mΩ is stored by default. This value can be changed via interface.

For exact measurements it is necessary to calibrate the measurement section with ZERO ④. This calibration is done for PT sensors by resistance measurement or for thermocouples by voltage measurement but not by temperature measurement (see ZERO ④).

⑬ ϑPT with 4-wire-temperature measurement



4-wire-temperature measurement with PT100

Measuring method:
4 wire resistance measurement with linearisation according to EN60751 for PT100 and PT1000.

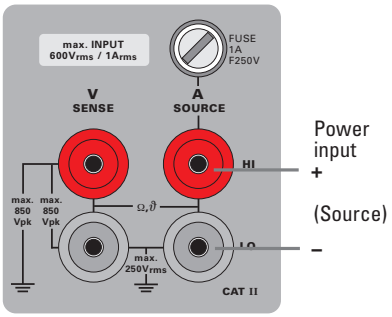
Temperature sensor:
PT100, PT1000 resistance sensors

Display range:	**Display scale**	**Resolution**
Celsius:	–200 °C to +800 °C	0.01 °C
Fahrenheit:	–328 °F to +1472 °F	0.01 °F
Test current:	PT100	1 mA
	PT1000	100 µA

Test voltage (open circuit):	2.5 V
Measurement period:	100 ms to 60 s
Delay:	100 ms (after change of function or range)
Calibration:	with resistance measurement standard
	PT100 1 kΩ range
	PT1000 10 kΩ range
Linearisation:	according to EN60751

⑬ ϑPT with 2-wire-temperature measurement

Limited accuracy of measured values for 2-wire-temperature measurement with platinum temperature sensors PT100 or PT1000.



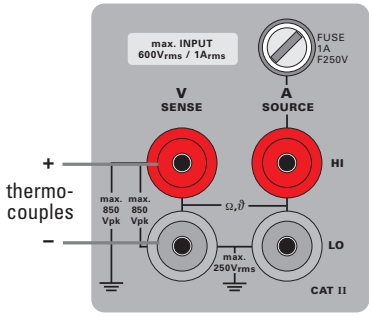
Adjustment of measuring section with PT sensor

PT sensors have an output resistance which is mostly referred in the data sheet. Often the data sheet is lost but the sensor is still there. In HM8112-3 a value of 100 mΩ is stored by default. But some PT sensors have an integrated series resistance (e.g. 10 mΩ). For an optimal adjusted measuring section the exact output resistance must be known. This applies for 4-wire measurement but especially for 2-wire measurements. Via interface the default value stored ex factory can be aligned. Values between 0 mΩ and 100 mΩ are possible.

Determination of the output resistance

The PT100 or PT1000 sensor has to be immersed in an ice bath. At 0 °C the sensor has a resistance of 100 Ω and 1000 Ω respectively. The resistance of the temperature sensor is taken by a resistance measurement. The output resistance is the difference between the measured value and the specified value.

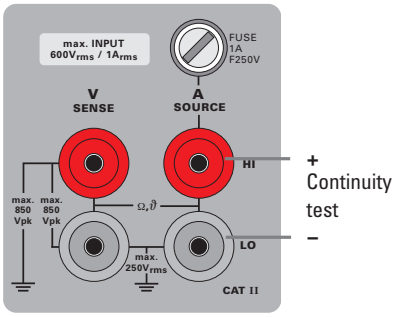
⑮ ϑTH temperature measurement with thermocouples



Measuring method:	Voltage measurement in 100 mV range with linearisation according to EN60584.
Display range:	Thermocouples Range up to °C
	J- Type (Fe-CuNi) –210 to +1200
	K – Type (NiCr-Ni) –270 to +1372
Resolution:	0.1 °C / °F
Measurement period:	100 ms to 60 s
Delay:	100 ms (after change of function)
Display:	Dimension °C or °F
Linearisation:	according to EN60584

Continuity test

⑭ Continuity and diode test



Continuity test:

Activating of the loudspeaker for measured values between 0 Ω (short-circuit) and approx. 10 Ω.

Diode test: Test voltage approx. 2.5 V
Test current 1 mA constant
Max. forward voltage 1.2 V, otherwise "Overflow V_{DC}" is displayed.

The test unit must be at zero potential during continuity test.

Max / Min values

⑯ MAX / ⑰ MIN

The maximum or minimum measured value is displayed. As this is possible in every measurement function, a system can be controlled with respect to min/max values. There is no time limitation, e.g. for activating this function for one year, the minimum or maximum value measured during this year will be displayed. This function is deactivated by pushing the keys MAX ⑯ or MIN ⑰ again. Changing the measurement function will deactivate this function, too.

Range selection

Manual range selection

The range can be selected manually by pressing ▽ ⑳ and △ ㉓.

▽ ⑳ Switch to a lower range. The auto range function will be deactivated.

△ ㉓ Switch to a higher range. The auto range function will be deactivated.

If the applied measurement value exceeds the range, the display will show „Overflow".

㉑ AUTO

With button AUTO the auto range function can be activated. This function is selectable for voltage, current and resistance measurements.

As the autorange function is activated a higher range will be selected after the measured value exceeds 90% of full scale. The HM8112-3 will change to a lower range, if the value falls below 10% of full scale. If the signal applied exceeds the specified limits of the instrument in the autorange function, the display shows "overflow".

The autorange function is to be used with care. For measurements on high impedance source and measurement voltages in the range (90%) of full scale 1 V, changing to a higher range is possible with activated AUTO function. The HM8112-3 has an input impedance of 10MΩ in the 10 V range instead of 1 GΩ in the 1 V range. By loading a high impedance source of several 100 MΩ with by input impedance of 10 MΩ the measurement result will be errouneous.

Menu structure

Menu prompting

From every measurement function the menu can be entered by pressing MENU ⑱. Within the menu, every button which can be used is illuminated. The menu can be always left by pressing ESC ⑲ without acceptance of entered values.

Call of the menu by MENU ⑱.
Choice of menu item with ▽ ⑳ and △ ㉓. The menu item is opened with MENU ⑱ or branch to the next menu level. Selection of parameters shown with ▽ ⑳ and △ ㉓. Acceptance of parameters changed with MENU ⑱. If the menu is left, the instrument will return to the last measurement function.

⑲ **ESC**
Leaving the menu. Return to the last measuring function without acceptance of the value entered.

⑳ ▽
Rotating menu prompting. Jump to the next menu item with every key operation. On reaching the last menu item the display continues with the first menu item.

㉓ △
Rotating menu prompting. Jump to the previous menu item with every key operation. On reaching the first menu item the display will roll over and continue with the last menu item.

㉒ **ENTER**
Use this button only in the logger menu „6:Logger." Switching to the next buffered value by every key operation or acceptance of an input.

Menu structure and function

The menu will be accessed by pressing MENU ⑱. It branches to the submenues described below.

0:Time
The time intervals between the measurements are adjustable from 0.01 s to 60 s. That means, a reading is taken every 0.01 s or only every 60 s.
The sampling rate can assume the following values:

10 ms	(only via interface)
50 ms	(only via interface)
100 ms	(default setting after switch-on)
500 ms	
1 s	
10 s	
60 s	

That means, for example, that every 500 ms a measurement is taken and the value is updated in the display. After switch-on a value of 100 ms will be preset. Removal of the line voltage will not save a selected value.

If the measurement function is changed, the HM8112-3 assumes the default sampling rate, unless a sampling rate between 10 s and 60 s is chosen. Then changing the measuring function sets the sampling rate automatically to 1 s.

Example: The sampling rate for V_{DC} is set to 60 s. Then the function A_{DC} is selected. The instrument will reduce the sampling rate automatically to 1 s. The new sampling rate applies to all functions. If a sampling rate greater than 1 s is needed, it has to be selected after every change of function.

A sampling rate of 60 s means:
The HM8112-3 integrates the input voltage and the the reference voltage over a period of 60 s. After expiry of this time the value calculated will be displayed.

1:Filter
Selection of the number of values taken for averaging. In case of selection of a number greater than 1, the selected number will be taken for averaging. By calculating a new averaged value, the first measured value will be discarded and the mean value will be computed.

OFF	(default setting after switch-on)
2	
4	
8	
16	

2:Temp
In this menu item the dimension for the temperature measurement is selected.

° C	Degrees Celsius
° F	Degrees Fahrenheit

The dimensions selected last will be saved even if the mains will be turned off.

3: Sensor
Here the temperature sensor used is selected.
After switch on of the HM8112-3 and selection of the menu item "3:Sensor", if a measurement function other than temperature measurement was set, PT 100 as temperature sensor is selected by default. If the thermocouple is chosen the HM8112-3 is in measurement function ϑTH ⑮.

Also the instrument will return to the measurement function ϑPT ⑬ after selection of the PT-sensor. The sensor type selected last will be stored in the instrument even if the main voltage is turned off.

- K–type: thermocouples NiCr-Ni (default setting after switch-on)
- J–type: thermocouples Fe-CuNi
- PT1000: platinum resistance sensor with $R_0 = 1000\,\Omega$
- PT100: platinum resistance sensor with $R_0 = 100\,\Omega$ (default setting after switch-on)

Comp
For measurements with thermocouples a reference with a known temperature must be defined. This reference temperature is provided to the HM8112-3. Therfore 3 methods are possible:

Overview of menu structure – part 1

Call of the menu by: MENU

➡ **Selection of menu with:** ▽ △

➡ **Opening menu with:** MENU

➡ **Choose parameter:** ▽ △

➡ **Assuming parameter and closing the menu:** MENU

Special function in the Logger-Menu see next page ENTER

Selection of sampling rate

default

0: Time ➡ MENU ➡ ▽ △

- 60s
- 10s
- 1s
- 500ms
- 100ms (default)

➡ MENU

Filter: Number of values for averaging

1: Filter ➡ MENU ➡ ▽ △

- 16
- 8
- 4
- 2
- Off (default)

➡ MENU

Temperature: Selection of dimension

2: Temp ➡ MENU ➡ ▽ △

- °F
- °C (last setting)

➡ MENU

Choice temperature sensor (PT100 / PT100, Fe - CuNi, NiCr - Ni)

3: Sensor ➡ MENU ➡ ▽ △

- K
- J
- PT1000
- PT100 (default)
- Comp

➡ MENU

Fixing the reference for the thermocouple

Comp ➡ MENU ➡ ▽ △

- Comp Ext/Ice
- Comp PT-Front
- Comp 23°C/°F

➡ MENU

Specification of an external ice bath, PT sensor or 23 °C as reference

Comp PT-Front ➡ MENU ➡ ν_{PT} ➡ MENU

Using a PT sensor for reference point measurement

Selection of 2- or 4-wire measurement

Acceptance of the displayed value for reference

General information

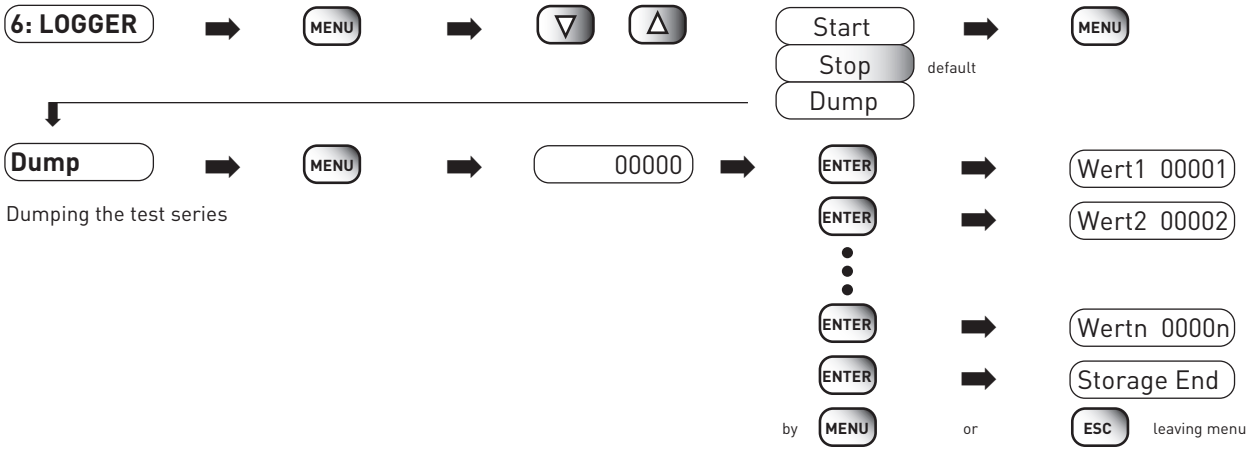
4: Info ➡ MENU ➡ ▽ △

Selection		Display
Version (default)	➡ MENU	Version 070404
Cal Date		CalL Date 170504
Ser-Nr		Ser-Nr 00007104

Overview of menu structure – part 2

Math-Menu

Starting / Stopping the data logger, dumping the test series



Interface: selecting the baud rate

Calibration

This area is protected by password

Scanner, choice of the channel

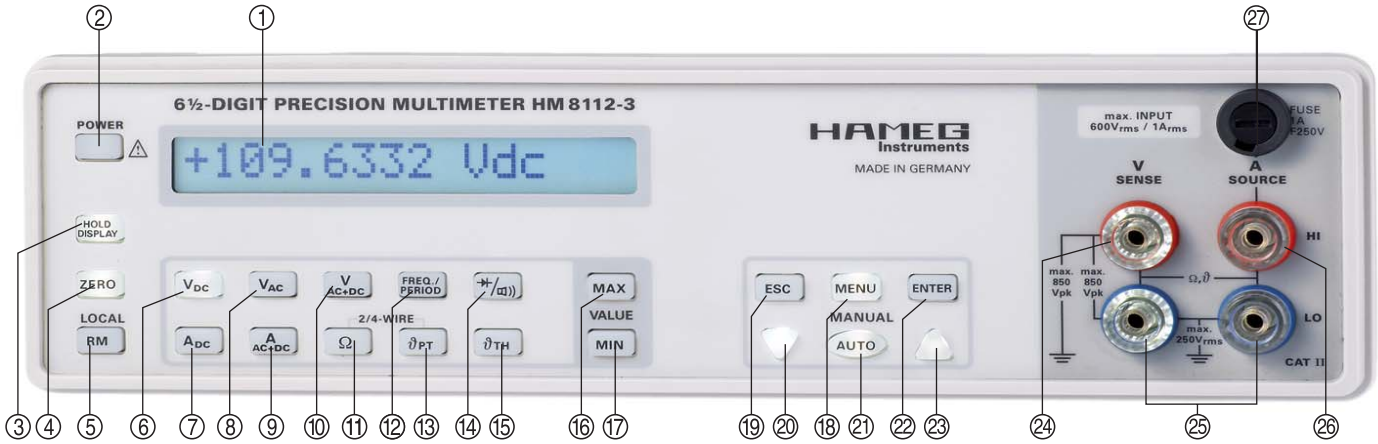
1st: Comp Ext/Ice
An external temperature test point acts as a reference, e.g. an ice bath or another reference thermocouple with a temperature of 0° C, connected with the closed end to the measuring point, and the reference put into the ice bath. The closed end of the thermocouples can be connected with standard measurement cables to the terminals of the HM8112-3.

2nd: Comp PT-Front
The temperature measured with a platinum sensor is the reference for the measurement used with the thermocouples. If several thermocouples will be attached to the HM8112-3 via a scanner, the use of the ice bath would be necessary for each thermocouple. To overcome this, the ambient temperature or even a source with a constant temperature is taken as the reference (e.g. ice bath, heated reference). If "PT-Front" is seleced by pressing MENU ⑱ the function ϑPT will be activated. Now 2- or 4-wire measurement can be chosen. Then the reference temperature is measured with a platinum sensor and assumed by confirmation with button MENU ⑱. In case of 2-wire measurement the PT-sensor can stay connected to the thermocouple. For 4-wire measurement it has to be disconnected and replaced by the connection of the thermocouple.

3rd: Comp 23° C/ °F
A temperature of 23° C is specified as reference. For measurements of high temperatures the resulting measurement error can be neglected, unless the open end of the thermocouple is on the level of the ambient temperature. The ambient temperature should be about 23° C.

4:Info
In this menu item all instrument information is available:

Version:	Display of revision number of the software
Ser-Nr:	Display of the intrument's serial number
Cal date:	Display of the date of the last calibration.



5: Mathematics
Analysis of different characteristics of the measured values

OFF	The menu item 5:Math is off.
Lo Limit	Lower limit. If the measured value is smaller than the Lo Limit value an acoustic warning sounds and
"Lo	limit" is displayed.
Hi Limit	Higher limit. If the measured value is greater than Hi Limit value an acoustic warning occurs and „Hi limit" is displayed.
Offset	An offset value can be set for all measurement functions ⑥ to ⑮

a) Apply the offset value to the terminals.
b) Choose menu item 5:Math.
c) Select submenu „Offset" by pressing △ ㉓.
d) Open the submenu with MENU ⑱, the offset value applied will be displayed.
e) Accept the offset by pressing MENU ⑱.
f) Return to measurement function, the display shows 0,00...., , the dimension and „0s".
g) Now you can connect the value to be measured. It is compared the calibrated value and the deviation is displayed.

In order to delete the stored offset:

a) Choose menu item 5:Math.
b) Select submenu „Off" by pressing △ ㉓.
c) Accept by pressing MENU ⑱, return to measurement function, the measured value is displayed without offset.

or d) select another measurement function. The offset value will not be stored when the measurement function is changed.

6:Logger
Analysis of different characteristics of the measured values

Start	The test series is started. According to the selected sampling rate in „0:Time" every xx second a reading is taken and stored.
Stop	The test series is stopped.
Dump	The test series is shown on the display. Each time button ENTER ㉒ is pressed the next value of the stored test series is displayed.

7:COM
In this menu the baud rate can be chosen. Either 9600 baud or 19200 baud are available. The remaining interface parameters cannot be changed.

Interface parameters (adjustable)

Rs Off	The interface is switched off
Rs19200	19,200 baud
Rs9600	9,600 baud

Interface parameters (not selectable)

N	no parity bit
8	8 data bits
1	1 stop bit
Xon-Xoff	Xon-Xoff

Every transmission of a character takes 1 ms. Selecting a sampling rate of 0.01 sec requires a baud rate of 19 200.

8:Cal
This menu is saved by password. In order to guarantee exact measurements the HM8112-3 is calibrated. Calibration may only be done with adequate precision reference sources. For this purpose the password can be orderd at HAMEG GmbH (Tel.: 06182-800-500 or via E-Mail: service@hameg. de).

Attention:
After receiving the password any warranty claims of HAMEG GmbH concerning the compliance with the technical specifications of the instrument become void.

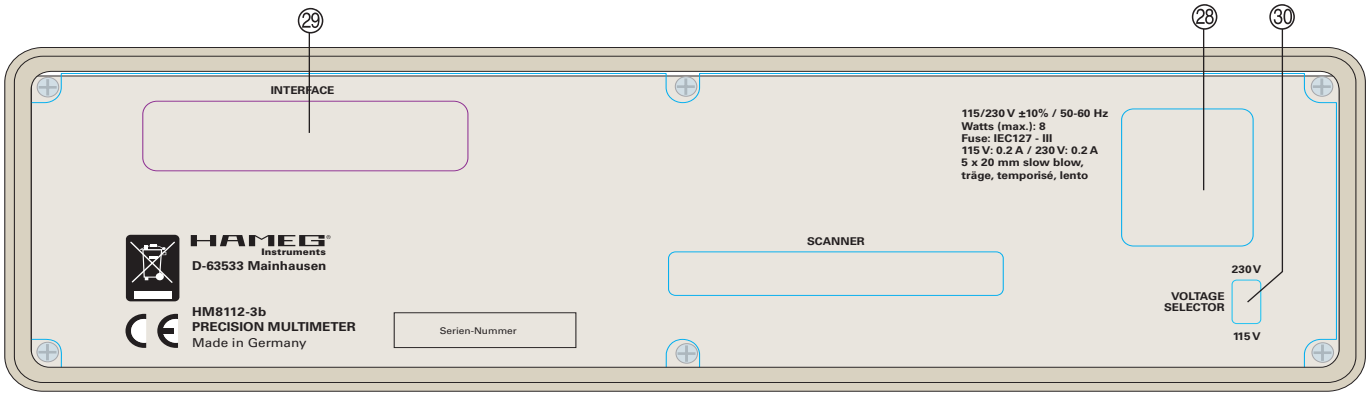
9:Mux
For the future implementation of a scanner/test point switch.

Measurement inputs

For connection measurement signals the HM8112-3 features 4 safety connectors on the front panel. Depending on the measurement function chosen, the active terminals will be illuminated.

The terminals on the front panel are safety connectors and the regulations have to be observed.

If connecting dangerous voltages to the input terminals ㉔ and ㉖ all relevant safety regulations are to be observed.
DC voltage must be floating!
AC voltage must be floating by use of a safety isolating transformer.



Attention!
Voltages exceeding one of the following values are regarded potentially dangerous or even lethal:

1st	30 V_{rms}
2nd	42.4 V_{peak}
3rd	60 V_{DC}

Connecting higher voltages than those is only allowed to skilled personnel who are familiar with the dangers incurred. The relevant safety regulations are to be strictly observed!

㉔ V/SENSE (4mm safety sockets)
Connection of measuring cables for:
- voltage measurement
- frequency measurement
- 4 wire resistance measurement (SENSE)
- continuity test
- temperature measurement by a thermocouple
- 4 wire temperature measurement by a P–temperature sensor (SENSE)

The maximum voltage between HI and LO case (ground) must not exceed 850 V_{-peak} or 600 V_{DC}.

The maximum voltage between LO and case (ground) may not exceed 250 V_{rms}!

㉖ A/SOURCE (4mm safety socket)
Connection of measuring cables for:
- current measurement, max. 1 ampere
- 2 wire resistance measurement
- 4 wire resistance measurement (SOURCE)
- 4 wire temperature measurement by a PT – temperature sensor (SOURCE)
- continuity test up to 10 Ω

STOP **The maximum current may amount to 1 A_{eff}!**

㉕ LOW (4mm safety connectors)
Ground connection for inputs ㉔ and ㉖. Both connectors are high-impedance DC-isolated.

㉗ Fuse in the current measuring circuit
The shunt is fuse-protected. The fuse (FF) is located in a fuse holder. The measuring circuit is designed for a maximum allowable measurement current of 1 amper

Replacement of the fuse is only allowed, after the instrument was disconnected from the mains!
A repair of a defective fuse or bypassing the fuse is very dangerous and absolutely prohibited!

Replacement of the measuring circuit fuse
The measuring circuit fuse ㉗ is accessible from the front panel. A replacement of the fuse is only allowed, if no voltage is applied to the measuring connectors! Therefore all terminals V/SENSE ㉔, ground ㉕ and A/SOURCE ㉖ should be disconnected. The cover of the fuse holder has to be turned ccw with a screw driver having a suitable blade. As the cover can be turned it has to be pushed by the srew driver into the fuse holder. The cover with the fuse can then be easily taken out. Replace the defective fuse by a new fuse of the same type having the same trip current. A repair of a damaged fuse or the use of other means for bypassing the fuse is very dangerous and absolutely prohibited! Damages incurred will void the warranty.

㉘ Power receptacle with power switch
Power receptacle for connecting the line cord with according to DIN49457.

㉙ Interface
TheRS-232 interface is on the rear panel of the HM8112-3 (9 pin D-sub socket). The bidirectional interface of HM8112-3 can receive data (commands) from an external device (PC) or send data (measurement values and parameters).
The following options are available: USB (HO870), IEEE-488 (HO880)

㉚ Voltage selector
Choice of mains voltage (115 V / 230 V).

Remote Operation

The serial interface is electrically isolated from the measuring circuit (Options: USB, IEEE-488).

The instrument is programmable by a PC. Functions and ranges can be selected and measurement values stored in the instrument can be read out.

HINT **The HM8112-3 is connected to another instrument by a 1:1 interface cable. It is recommended to use a 9 to 25 pin standard adapter if a PC with a 25 pin COM port isconnected.**

Interface parameters RS-232

Settings: No parity bit, 8 data bits, one stop bit, Xon-Xoff
Baudrate: The communication is carried out with 9600 baud or 19200 baud.

Using an IEEE interface (HO880) the baudrate has to be set to 9600 baud.

Data communication

Layout of commands

A command consists of 5 ASCII characters:

1. Character: 0
2. Character: Command category (0, 1, 2 or E)
3. Character: Function between 0 and F
4. Character: Parameter between 0 and F
5. Character: Terminator, either CR or LF

- all commands end with CR or LF
- the character set includes figures 0 – 9, characters A – F and CR, LF
- the characters can be entered as upper case or lower case letters
- Figures 2, 3 and 4 received after 0 are interpreted as a control command. After a command has been transmitted a delay of at least 35 ms must be observed, then the next command can be sent.
- A transmission of invalid commands is answered with **02D0** in case of wrong length of the command or void command category, with **02D1** for group 1, with **02D2** for group 2 and with **02DE** for group E. This helps debugging the controller program. The error message is transmitted immediately after occurrence.

Notes concerning some commands:

0000...0004	Measurement of DC voltage, ranges 100 mV to 600 V
0010...0014	True RMS with DC
0016...0019	True RMS without DC
02C3...02C5	This message is sent after a change of function or range
02F0...02F3	Request of the instrument's data

HINT **By pressing button „LOCAL" the instrument returns to manual mode.**

Command reference

Group 0 controls all measurement functions. If a measurement time > 1s was selected, it will be set to 1 s after any change of function. A change of range will not affect the measurement time selected. A change of function or range will, however, always cause a fresh selection of filters.

Function 0 to 5:
This parameter selects the range, autoranging will be disabled. Parameter 9 (no change) will retain the previous range selection.

Function 1:
Parameters 0 to 4 select DC coupling, 6 to 9 AC coupling.

Function 8:
FREQ VAC requires a valid parameter 1 or 2. During frequency measurement the voltage measurement will be disabled, hence also autoranging. The range previously selected in the function VAC will be retained.

Function B:
Diode test with parameter 9.

Function C:
Continuity test with parameter 6 ($R_{threshold}$ = 10 Ω).

Functions D and E:
2- or 4-wire-temperature measurements require parameter 3 for PT100 or 5 for PT1000.

Function F:
Temperature measurement with thermocouple, requires parameter 1 for type J or 2 for type K.

Group 1 controls the measurement functions of the instrument.

Function 0 (Autorange):
- **Parameter 0** turns autoranging off.
- **Parameter 1** turns autoranging on.
- **Parameter 8** selects the next higher range until the highest is reached.
- **Parameter 9** selects the next lower range until the lowest is reached.

Function 1 (Meas – Time):
- **Parameter 1 to 7** select the measurement time from 10 ms to 60 s. The measurement results are available at the interface with the measurement time chosen.
- **Parameter 8** selects the next higher measurement time until the longest is reached.
- **Parameter 9** selets the next lower measurement time until the shortest is reached.

Function 2 (Filter length) inserts a continuously averaging filter.
- **Parameter 0** turns the filter off.
- **Parameter 1 to 4** select the number of measurement results averaged (2,4,8,16).

Function 4 (Math Program):
- **Parameter 0** turns the math function off. Autoranging is disabled. If desired autoranging must be turned on by the command 0101. If the Min/Max function is turned off on the keyboard autoranging will be automatically chosen.
- **Parameters 1 to 3** select one of the math functions OFFSET, HIGH LIMIT, LOW LIMIT; the last result sent will be automatically taken as the reference value. If the HIGh LIMIT or LOW LIMIT is reached a continuous beep will be sounded, the interface will transmit 999999.9.
- **Parameters 7 and 8** turns the Min/Max function on, autoranging will be disabled.

Function 6 defines the trigger modes.
- **Parameter 0** selects autotrigger. This means that each new result will be automatically transmitted after the measurement time (011X) selected has elapsed.
- **Parameter 1** selects single trigger. Each command 0161 triggers just one measurement. Buffer operation and storage of results will not be affected. Single trigger operation

will not cause any storage of results either in the buffer or in the results memory.

Function 7 (Zero) activates zero adjustment.
- **Parameter 1** causes the next result to be taken as zero reference and to be stored in the E2PROM non-volatile memory.

Function 8 (Result) defines the format of the results.
- **Parameters 4 and 5** alternate between degrees C and F in the temperature measurement modes.

Function 9 (Storage) controls the results memory. Single trigger (0161) or buffer (01A1) modes will not affect the memory. The results memory may be written to and read independently.
- **Parameter 0** stops the storage of results.
- **Parameter 1** starts the storage. Locations are used starting from 1 always using the next free one up to a maximum of 15. The memory header contains the function, the range, and the measurement time.
- **Parameter 2** causes the transmission of all results contained in a memory which first must be selected by the command 01BX. This transmission will not be interrupted by any new results. If a memory shall be read several times it has to be selected each time by the command 01BX.
- **Parameter 3** will cause transmission of the next result (starting with the first one) of a memory which first must be selected by the command 01BX. This command allows to control the speed of result transmission.
- **Parameter 4** will erase the complete result memory.
- **Parameters 5 to 7** are status informations. 0195 signals the end of result transmission from a memory. 0196 signals that a memory selected by 01BX is empty. 0197 signals that either all 32,000 locations or all 15 records are occupied.

Function A (Buffer) controls the result buffer. Results will not any more be transmitted automatically, instead they are stored in a ring buffer which holds the last 15 results. Unless the results are fetched by the commands 01A2 or 01A3 the oldest result will be overwritten. In case the autostatus function is selected the transmission of status information will be inhibited, this information will be lost (see commands 02C4 and 02C5). Without a command from the controlling unit the instrument will not transmit any information.
- **Parameter 0** turns the buffer off.
- **Parameter 1** turns the buffer on.
- **Parameter 2** will cause transmission of all results in the buffer.After the last result was sent the message 01A6 (buffer empty) will be transmitted.
- **Parameter 3** issues the oldest result in the buffer memory. After transmission of the last result the message 01A6 (buffer empty) will be transmitted.
- **Parameter 4** erases the buffer. This is necessary after any change of function or range as it is no longer possible to identify function or/and range of each result. The same holds for other changes of parameters like measurement time, filter etc.
- **Parameter 5** will erase the buffer automatically after any command of group 0 and the commands 0108 or 0109. The command 01A4 will disable this function.
- **Paraneter 6** will inform that the buffer is empty.

Function B (record no.)
- **Parameters 1** to F select a result memory which then may be read by Storage Dump (0192) or Storage Single Dump (0193). The function 01BX will send an information about the header of the memory selected using the form 0XX for function and range and 011X for the measurement time. In case a memory selected is empty 0196 will be transmitted. The instrument will automatically number the memories starting with 1.

Function C (Temp Comp) defines the reference compensation method in case of temperature measurement with thermocouples.
- **Parameter 0** compensates for the reference joint at 0 degrees C.
- **Parameter 1** (23 degr. C) assumes a reference joint temperature of 23 degr. C.
- **Parameter 2** (FRONT) takes the last temperature measurement result from a PT100 or PT1000 measurement (2- or 4-wire) and uses it for compensation. When using a 2-wire-sensor a PT sensor and a thermocouple may be connected simultaneously thus allowing switching back and forth.

Function F (Test):
- **Parameter 1** causes a RAM test which does not destroy any data. The test result will be transmitted either with 01F4 (RAM GOOD) or 01F5 (RAM FAIL).

Group 2 selects the interface modes and diverse information. Using a IEEE interface (HO880) the baud rate has to be set to 9600 baud.

Function 2 (Com) will be stored in the E2PROM (default value 9600).
- **Parameter 0** turns transmission off.
- **Parameter 3** selects 9600 Baud and turns the transmission on.
- **Parameter 4** selects 19200 Baud and turns the trans-mission on. This baud rate is mandatory for 10 ms measurement time and transmission.

Function C (Message) delivers instrument status information.
- **Parameter 2** will transmit the complete instrument status. In turn information of groups 0 and 11 to 15 will be transmitted. The status informations 0197, 0198, and 01A6 will be transmitted if they were activated. The command 02C2 will cause the transmission of the following informations:

Answers:	PARAMETER:	
00XX Measurement functions	0-6, 9	Ranges and sensors
010X Autoranging	0,1	Off or On
011X Measurement time	1-7	10 ms to 60 s
012X Filter length	0-4	Off, 2 to 16
014X Math program	0-3, 7, 8	Off, Offset, High Limit, Low Limit, Max, Min.
016X Trigger mode	0,1	single or auto
018X Temp. Selection	4,5	degree C or F
019X Results memory	0,1	Off or On
019X Results memory	7	Full
019X Results memory	8	Single result storage
01AX Results buffer	0,1	Off or On
01AX Results buffer	5	Autoclear selected
01CX Temp. compensation	0,1,2	External, 23 degr. C, PT temperature measurement

- **Parameter 3** disables the auto status function (02D4) and the continuous status function (02D5).
- **Parameter 4** turns the auto status function (02D4) on. The continuous status function (02D5) will be disabled if active. If commands are sent via the interface all commands of groups 0 and 1 will be echoed immediately, asynchronously to the measurements. If commands are received which are

not implemented 02DX will be sent (helpful when looking for errors in the control program). The following informations will be issued immediately after any keyboard operation or in case of, e.g., result memory full, auto range: 00XX, 0100, 0101, 0111-7, 0140, 0147, 0148, 0182-5, 0190, 0191, 0198, 01C1, 01C2.

– **Parameter 5** turns the continuous status function on. The auto status function, if active, will be disabled. After each result obtained the actual function and range will be transmitted in the format 00XX, followed by the transmission of the measurement time in the format 011X. Any information of group 1 caused by a status change of the instrument will be stored and transmitted in place of the measurement time synchronously with the next result. In case there will be more than one group 1 information caused by a keyboard operation or by the instrument's control program (e.g. result memory full, auto range) within the same measurement cycle those informations will overwrite each other. Only the last information will be transmitted with the next result. Range or function changes via the keyboard may cause several group 1 informations. Hence only the status of the auto range function will be transmitted, messages concerning changes of the functions Max/Min or the result memory will be suppressed. (this does not apply to commands received via the interface). These status changes may be taken from the following table:

	Max/Min	Result memory
Change of range	restart	off
Change of function	off	off

Full information about the instrument status may be received by the command 02C2.

The auto status function has this format:

+/-X.XXXXXX	Result with sign
0XX	Function and range
1XX	Group 1 information

The following group 1 informations are transmitted: 0100, 0101, 0111-7, 0120-4, 0140-4, 0140-143, 0147, 0148, 0184-5, 0190, 0191, 0198, 01C0-1C2.

If buffer operation is active (01A1) the auto status function will remain active, function, range, and group 1 information will be be stored in the ring buffer together with the results. The description of the auto status function remains valid in full. Any commands of groups 0 and 1 will be echoed after their execution. These echoes may be used for handshaking obviating any waiting times.

Function F (data) provides instrument information.

– **Parameter 0** issues the 6 digit software revision number XXXXXX.
– **Parameter 1** issues the last calibration date in the format DDMMYY
- **Parameter 2** issues the serial number.
- **Parameter 3** issues the milliohms of the cable resistance compensation in case of 2-wire PT100- (PT1000-) temperature measurements.

The commands have to be transmitted as characters or a numeric string in ASCII format. Characters may be lower or upper key. Each command must use CR (Chr (13) corresponds 0x0D) or LF (Chr (10) corresponds 0x0A) as its end.

Survey of the commands for HM8112-3

1st Character	2nd Group	3rd Character Function	4th Character PARAMETER 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	5th Character
0	0	**0** VDC	100mV	1V	10V	100V	600V	-	-	-	-	No Change	CR or LF
		1 VAC	100mV-DC	1V-DC	10V-DC	100V-DC	600V-DC	-	1V-AC	10V-AC	100V-AC	600V-AC	
		2 IDC	0,1mA	1mA	10mA	100mA	1A	-	-	-	-	No Change	
		3 IAC	0,1mA	1mA	10mA	100mA	1A	-	-	-	-	No Change	
		4 OHM 2WIRE	100Ohm	1kOhm	10kOhm	100kOhm	1MOhm	10MOhm	-	-	-	No Change	
		5 OHM 4WIRE	100Ohm	1kOhm	10kOhm	100kOhm	1MOhm	10MOhm	-	-	-	No Change	
		8 FREQ/PERIOD VAC	-	FREQ	PERIOD	-	-	-	-	-	-	-	
		B Diode test	-	-	-	-	-	-	-	-	-	No Change	
		C Continuity	-	-	-	-	-	-	10 Ohm	-	-	-	
		D Sensor RTD 2WIRE	-	-	-	Pt100	-	Pt1000	-	-	-	-	
		E Sensor RTD 4WIRE	-	-	-	Pt100	-	Pt1000	-	-	-	-	
		F Sensor TH	-	J	K	-	-	-	-	-	-	-	
	1	**0** AUTO-RANGE	OFF	ON	-	-	-	-	-	-	UP	DOWN	
		1 MEAS-Time	-	10ms	50ms	100ms	500ms	1s	10s	60s	UP	DOWN	
		2 Filter	CONT	2	4	8	16	-	-	-	-	-	
		4 Math	OFF	OFFSET	HIGH LIMIT	LOW LIMIT	-	-	-	MAX	MIN	-	
		6 TRIGGER	AUTO	SINGLE	-	-	-	-	-	-	-	-	
		7 ZERO	-	ZERO	-	-	-	-	-	-	-	-	
		8 Temp	-	-	-	-	°C	°F	-	-	-	-	
		9 Storage	STOP	START	DUMP	SINGLE DUMP	CLEAR	REC. END	REC. EMPTY	STOR FULL	-	-	
		A BUFFER	OFF	ON	DUMP	SINGLE DUMP	CLEAR	AUTO CLEAR	BUF. EMPTY	-	-	-	
		B RECORD NR.	-	1	2	3	4	5	6	8	-->	F	
		C Sensor Comp	EXT/ICE	23°C	FRONT	-	-	-	-	-	-	-	
		F TEST	-	RAM	-	-	RAM GOOD	RAM FAIL	-	-	-	-	
	2	**2** Com RS232	OFF	-	-	9600	19200	-	-	-	-	-	
		C MESSAGE	-	-	STATE DUMP	STATE OFF	AUTO STATE	CONT STATE	-	-	-	-	
		D ERROR	LENGTH	GROUP 1	GROUP 2	-	-	-	-	-	--> E	GROUP E	
		F Info - data read	REVISION	LAST CAL	SER NUM	LEAD RES	-	-	-	-	-	-	

HAMEG®
Instruments

Oscilloscopes

Spectrum Analyzer

Power Supplies

Modular System
Series 8000

Programmable Instruments
Series 8100

authorized dealer

45-8112-0311

www.hameg.de

Subject to change without notice
45-8112-0311 / 02-09-2005-gw
© HAMEG Instruments GmbH
A Rohde & Schwarz Company
® registered trademark
DQS-Certification: DIN EN ISO 9001:2000
Reg.-Nr.: 071040 QM

HAMEG Instruments GmbH
Industriestraße 6
D-63533 Mainhausen
Tel +49 (0) 61 82 800-0
Fax +49 (0) 61 82 800-100
sales@hameg.de